

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード*(参考)
H 0 4 Q 7/22		H 0 4 Q 7/04	K
7/28		H 0 4 B 7/26	1 0 5 D
7/36			1 0 7
H 0 4 J 13/00		H 0 4 J 13/00	A
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/00	3 1 0 B
審査請求 未請求 請求項の数44 O L 外国語出願 (全 69 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-174769(P2000-174769)

(22) 出願日 平成12年6月12日(2000.6.12)

(31) 優先権主張番号 09/330582

(32) 優先日 平成11年6月11日(1999.6.11)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッドLucent Technologies
Inc.アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(74) 代理人 100081053

弁理士 三俣 弘文

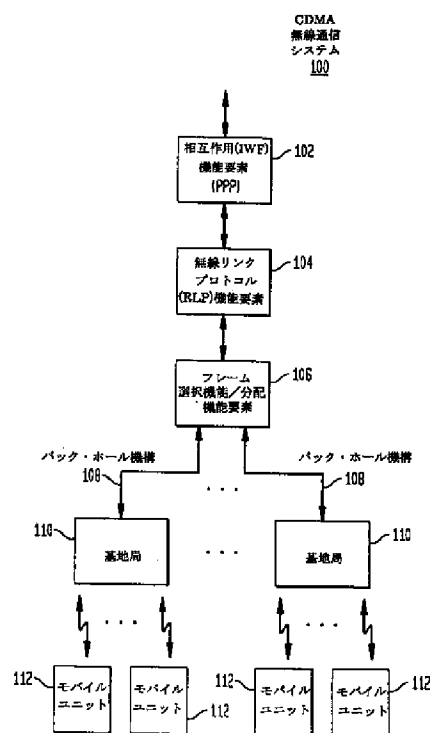
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤレス通信方法とワイヤレス通信システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明はCDMAワイヤレス通信システムにおいて、順方向リンクと逆方向リンクのデータ伝送の両方に対し反応時間を低下させる逆送方法を提供することである。

【解決手段】 ワイヤレス通信システムの第1基地局でエアーインタフェースを介して、逆方向リンクデータのフレームを受信し、タイムタグを各逆方向リンクデータのフレームに割り当て、逆方向リンクユーザデータの各フレームを逆方向リンクデータパケットに分け、シーケンス番号を各逆方向リンクデータパケットに割り当て、第1基地局からの逆方向リンクデータパケットをワイヤレス通信システムのデータ選択機能部分に送信し、第1基地局から受信した各逆方向リンクデータパケットを前記割り当てられたタイムタグと割り当てられたシーケンス番号の少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (A) ワイヤレス通信システムの第1基地局でエアインタフェイスを介して、逆方向リンクデータのフレームを受信するステップと、

(B) 前記第1基地局においてタイムタグを各逆方向リンクデータのフレームに割り当てるステップと、

(C) 第1基地局において逆方向リンクユーザデータの各フレームを逆方向リンクデータパケットに分けるステップと、

(D) 第1基地局でシーケンス番号を各逆方向リンクデータパケットに割り当てるステップと、

(E) 第1基地局からの逆方向リンクデータパケットをワイヤレス通信システムのデータ選択機能部分に送信するステップと、

(F) 前記データ選択機能部分が第1基地局から受信した各逆方向リンクデータパケットを前記割り当てられたタイムタグと割り当てられたシーケンス番号の少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定するステップとを有することを特徴とするワイヤレス通信方法。

【請求項2】 前記ワイヤレス通信システムは、IS-95CDMAシステムで、

前記データ選択機能部分は、フレーム選択/分配(FSD)/無線リンクプロトコル(RLP)機能部分の一部であることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 (G) ワイヤレス通信システムの第2基地局で逆方向リンクデータのフレームを受信するステップと、

(H) 前記第2基地局においてタイムタグを各逆方向リンクデータのフレームに割り当てるステップと、

(I) 第2基地局において逆方向リンクユーザデータの各フレームを逆方向リンクデータパケットに分けるステップと、

(J) 第2基地局でシーケンス番号を各逆方向リンクデータパケットに割り当てるステップと、

(K) 第2基地局からの逆方向リンクデータパケットをワイヤレス通信システムのデータ選択機能部分に送信するステップと、前記データ選択機能部分が第1と第2基地局から受信した各逆方向リンクデータパケットを前記割り当てられたタイムタグと割り当てられたシーケンス番号の少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定するステップとを有することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項4】 前記第1と第2基地局は、逆方向リンクデータパケットをデータ選択機能部分に互いに第1の同期タイミングを取ることなく送信することを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項5】 前記タイムタグは、グローバルポジショニングシステム(GPS)時間に対応することを特徴とする

請求項1記載の方法。

【請求項6】 逆方向リンクデータパケットに対するシーケンス番号は、対応するフレームに対する全ての前の逆方向リンクデータパケット内のデータの量の関数であることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項7】 前記(A)のステップは、

(A1) 第1基地局でエアインタフェイスを介して移動局が送信すべき逆方向リンクデータを有することを示すメッセージを受信するステップと、

(A2) 第1基地局で他の基地局と伝送レートを調整するためにメッセージを送信し、受領するステップと、

(A3) 第1基地局と他の基地局との間に第1の同期タイミングを取ることなく、エアインタフェイスを介して第1基地局から伝送レートメッセージを送信するステップとを有することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項8】 (G) ワイヤレス通信システムのデータ分配機能部分で順方向リンクデータを受信するステップと、

(H) 前記データ分配機能部分からの順方向リンクデータをパケットモードの伝送を介して第1基地局にのみ送信するステップと、

(I) 第1基地局で基本チャネルあるいは補充チャネルを用いてエアインタフェイスを介して順方向リンクデータを送信すべきかを決定するステップとをさらに有することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項9】 エアインタフェイスを介して順方向リンクデータの再伝送の機能は、データ分配機能部分と第1基地局との間の通信リンクのネットワークサイドで実現され、

前記エアインタフェイスを介して順方向リンクデータの送信を制御する機能は、第1基地局で実行されることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項10】 前記エアインタフェイスを介して順方向リンクデータの伝送を制御する機能は、物理層フレームミングと再セグメンテーション、エラー検出、エアインタフェイスメッセージの修正、チャネル符号化、多重ストリームの多重化、暗号化、インタフェイス伝送レートの決定、伝送のスケジューリングの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項9記載の方法。

【請求項11】 前記割り当てられたタイムタグを用いて逆方向のアウトーループパワー制御機能を実行することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項12】 第1基地局を有するワイヤレス通信システムにおいて、

前記第1基地局は、

(A) エアインタフェイスを介して逆方向リンクデータのフレームを受信し、

(B) 前記逆方向リンクデータのフレームにタイムタグを割り当て、

(C) 逆方向リンクユーザデータの各フレームを逆方向リンクデータパケットに分け、

(D) シーケンス番号を前記逆方向リンクデータパケットに割り当てることを特徴とするワイヤレス通信システム。

【請求項 13】前記第 1 基地局と通信するデータ選択機能部分をさらに有し、
前記第 1 基地局は、

(E) 逆方向リンクデータパケットをデータ選択機能部分に送信し、データ選択機能部分は、

(F) 第 1 基地局から受信した逆方向リンクデータパケットを割り当てられたタイムタグと割り当てられたシーケンス番号の少なくとも一方に基づいて、逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定することを特徴とする請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】前記ワイヤレス通信システムは、IS-95 CDMA システムで前記データ選択機能部分は FSD/RLP の一部であることを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】第 2 基地局をさらに有し、
前記第 2 基地局は、

(G) 逆方向リンクデータのフレームを受信し、

(H) タイムタグを前記逆方向リンクデータのフレームに割り当て、

(I) 逆方向リンクユーザデータの各フレームを逆方向リンクデータパケットに分け、

(J) シーケンス番号を各逆方向リンクデータパケットに割り当て、

(K) 逆方向リンクデータパケットをデータ選択機能部分に伝送し、

前記データ選択機能部分は、第 1 と第 2 の基地局から受信した逆方向リンクデータパケットを前記割り当てられたタイムタグとシーケンス番号の少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定することを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 16】前記第 1 と第 2 の基地局は、逆方向リンクデータパケットをデータ選択機能部分に、互いの第 1 の同期タイミングを取ることなく送信することを特徴とする請求項 16 記載の方法。

【請求項 17】データ分配機能部分をさらに有し、
前記データ分配機能部分は、

(G) 順方向リンクデータを受領し、

(H) パケットモード伝送を用いて前記順方向データを第 1 基地局にのみ送信し、

前記第 1 基地局は、

(I) 基本チャネルまたは補充チャネルを用いてエアインタフェースを介して順方向リンクデータを送信するかを決定することを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 18】エアインタフェースを介して順方向リンクデータの再伝送の機能は、データ分配機能部分と第 1 基地局との間の通信リンクのネットワークサイドで実現され、

前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの送信を制御する機能は、第 1 基地局で実行されることを特徴とする請求項 17 記載の方法。

【請求項 19】前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの伝送を制御する機能は、物理層フレームミングと再セグメンテーション、エラー検出、エアインタフェースメッセージの修正、チャネル符号化、多重ストリームの多重化、暗号化、インタフェース伝送レートの決定、伝送のスケジューリングの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】前記割り当てられたタイムタグを用いて逆方向のアウトーループパワー制御機能を実行することを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 21】前記タイムタグは、グローバルポジショニングシステム (GPS) 時間に対応することを特徴とする請求項 12 記載の方法。

【請求項 22】逆方向リンクデータパケットに対するシーケンス番号は、対応するフレームに対する全ての前の逆方向リンクデータパケット内のデータの量の関数であることを特徴とする請求項 12 記載の方法。

【請求項 23】前記第 1 基地局は、

(1) 第 1 基地局でエアインタフェースを介して移動局が送信すべき逆方向リンクデータを有することを示すメッセージを受信し、

(2) 第 1 基地局で他の基地局と伝送レートを調整するためにメッセージを送信し、

(3) 第 1 基地局と他の基地局との間に第 1 の同期タイミングを取ることなく、エアインターフェイスを介して第 1 基地局から伝送レートメッセージを送信することを特徴とする請求項 12 記載の方法。

【請求項 24】データ選択機能部分をさらに有し、
前記データ選択機能部分は、

(A) 第 1 基地局から逆方向リンクデータパケットを受信し、

(B) 前記第 1 基地局から受信した逆方向リンクデータパケットを、各逆方向リンクデータパケットに対応して割り当てられたシーケンス番号とタイムタグの少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定することを特徴とするワイヤレス通信システム。

【請求項 25】前記ワイヤレス通信システムは、IS-95 CDMA システムで、
前記データ選択機能部分は、フレーム選択/分配 (FSD)/無線リンクプロトコル (RLP) 機能部分の一部であることを特徴とする請求項 24 記載の方法。

【請求項 26】前記データ選択機能部分は、

(C) 第2基地局から逆方向リンクデータパケットを受領し、

前記逆方向リンクデータパケットは、割り当てられたタイムタグと割り当てられたシーケンス番号とを有し、

(D) 前記第1と第2の基地局から受信した各逆方向リンクデータパケットは、割り当てられたタイムタグと割り当てられたシーケンス番号の少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定することを特徴とする請求項24記載の方法。

【請求項27】(D) 順方向リンクデータを受領し、

(E) 前記データ分配機能部分からの順方向リンクデータをパケットモードの伝送を介して第1基地局にのみ送信し、

前記第1基地局は

(F) 基本チャネルあるいは補充チャネルを用いてエアインタフェースを介して順方向リンクデータを送信すべきかを決定することを特徴とする請求項24記載の方法。

【請求項28】エアインタフェースを介して順方向リンクデータの再伝送の機能は、データ分配機能部分と第1基地局との間の通信リンクのネットワークサイドで実現され、

前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの送信を制御する機能は、第1基地局で実行されることを特徴とする請求項27記載の方法。

【請求項29】前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの伝送を制御する機能は、物理層フレームリングと再セグメンテーション、エラー検出、エアインタフェースメッセージの修正、チャネル符号化、多重ストリームの多重化、暗号化、インタフェース伝送レートの決定、伝送のスケジューリングの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項28記載の方法。

【請求項30】前記割り当てられたタイムタグを用いて逆方向アウトループパワー制御機能を実行することを特徴とする請求項24記載の方法。

【請求項31】前記タイムタグはGPS時間に対応することを特徴とする請求項24記載の方法。

【請求項32】逆方向リンクデータパケットに対するシーケンス番号は、対応するフレームに対する全ての前の逆方向リンクデータパケット内のデータの量の関数であることを特徴とする請求項24記載の方法。

【請求項33】(A) ワイヤレス通信システムのデータ分配機能部分で順方向リンクデータを受信するステップと、

(B) 前記データ分配機能部分からの順方向リンクデータをパケットモードの伝送を介して第1基地局にのみ送信するステップと、

(C) 第1基地局から順方向リンクデータをエアインタフェースを介して送信するステップとを有し、

エアインタフェースを介して順方向リンクデータの再伝送の機能は、データ分配機能部分と第1基地局との間の通信リンクのネットワークサイドで実現され、

前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの送信を制御する機能は、第1基地局で実行されることを特徴とするワイヤレス通信方法。

【請求項34】前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの伝送を制御する機能は、物理層フレームリングと再セグメンテーション、エラー検出、エアインタフェースメッセージの修正、チャネル符号化、多重ストリームの多重化、暗号化、インタフェース伝送レートの決定、伝送のスケジューリングの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項33記載の方法。

【請求項35】前記データ分配機能部分は、順方向リンクデータを個々のアドレス可能なデータユニットで第1基地局に送信することを特徴とする請求項33記載の方法。

【請求項36】各データユニットは、順方向リンクデータの1バイトに対応することを特徴とする請求項35記載の方法。

【請求項37】第1基地局と通信するデータ分配機能部分を有するワイヤレス通信システムにおいて、前記データ分配機能部分は、

(A) 順方向リンクデータを受信し、

(B) 順方向リンクデータをパケットモードの伝送を用いて第1基地局にのみ送信し、

前記第1基地局は、順方向リンクデータをエアインタフェースを介して送信しエアインタフェースを介して順方向リンクデータの再伝送の機能は、データ分配機能部分と第1基地局との間の通信リンクのネットワークサイドで実現され、

前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの送信を制御する機能は、第1基地局で実行されることを特徴とするワイヤレス通信方法。

【請求項38】前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの伝送を制御する機能は、物理層フレームリングと再セグメンテーション、エラー検出、エアインタフェースメッセージの修正、チャネル符号化、多重ストリームの多重化、暗号化、インタフェース伝送レートの決定、伝送のスケジューリングの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項37記載の方法。

【請求項39】前記データ分配機能部分は、順方向リンクデータを個々のアドレス可能なデータユニットで第1基地局に送信することを特徴とする請求項37記載の方法。

【請求項40】各データユニットは、順方向リンクデータの1バイトに対応することを特徴とする請求項40記載の方法。

【請求項41】(A) 順方向リンクデータを受信し、

(B) エアインタフェースを介して前記順方向リン

クデータを送信し、
前記順方向リンクデータのエアインタフェイスを介しての送信の制御機能は、第1基地局で実行されることを特徴とするワイヤレス通信システムの基地局。

【請求項42】前記エアインタフェイスを介して順方向リンクデータの伝送を制御する機能は、物理層フレームミングと再セグメンテーション、エラー検出、エアインタフェイスメッセージの修正、チャネル符号化、多重ストリームの多重化、暗号化、インタフェイス伝送レートの設定、伝送のスケジューリングの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項41記載の基地局。

【請求項43】基地局が、前記データ分配機能部分を、順方向リンクデータを個々のアドレス可能なデータユニットで受信することを特徴とする請求項41記載の基地局。

【請求項44】各データユニットは、順方向リンクデータの1バイトに対応することを特徴とする請求項43記載の基地局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電気通信、特にIS-95系列のCDMA無線通信標準規格のうちのcdma2000標準規格のような符号分割多重アクセス方式(code-division, multiple-access; CDMA)標準規格に準拠する無線通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】図1は従来のCDMA無線通信システム100のブロック図を示す。CDMA無線通信システム100はIS-95系列のCDMA無線通信標準規格のうちのcdma2000標準規格に準拠することが想定されているが、本発明は必ずしもそれに限定されるものではない。CDMA無線通信システム100は無線リンク・プロトコル機能要素104へ接続されている相互作用機能(interworking function; IWF)要素102を具備し、無線リンク・プロトコル(radio link protocol; RLP)機能要素104は続いてフレーム選択機能/分配(frame selection/distribution; FSD)機能要素106へ接続され、FSD機能要素106は続いてバック・ホール機構(back haul facility)108を介して1つ以上の基地局110へ接続されている。特定の実施例に依存し、IWF機能要素102、RLP機能要素104及びFSD機能要素106を物理的に分離された機能要素とすることが出来るが、そうである必要はない。

【0003】各基地局110は1つ以上のモバイル・ユニット(モバイル・ユニット)112との無線通信を同時にサポートすることが可能である。FSD機能要素106は、ユーザ・メッセージに対応するデータのフレームを種々の基地局へ分配する順方向リンク・フレーム分配機能を実行する。更にFSD機能要素106は、種々

の基地局から受信されたデータのフレームを処理しRLP機能要素104へ転送する逆方向リンク・フレーム選択機能を実行する。順方向リンクの方向では、RLP機能要素104はIWF機能要素102から受信されたユーザ・メッセージをFSD機能要素106によって分配するためにデータのフレームにセグメント分割する。逆方向リンクの方向では、RLP機能要素104はFSD機能要素106から受信されたデータの packets をIWF機能要素102へ転送するために再度組み立てる。IWF機能要素102はハイレベル・ポイント・ツー・ポイント・プロトコル(point-to-point protocol; PPP)を実行し、CDMA無線通信システム100が種々の基地局110での動作を調整及び制御するように幾つかの中央集中化された機能を実行する。IWF機能要素102はまた、CDMA無線通信システム100と他の通信システムとの間のインターフェースとして機能し、モバイル・ユニットへ遠隔端に在るユニットとの音声通信及び/またはコンピュータ・ネットワークのコンピュータ・サーバ或いは他のノードとのデータ通信を包含するフル・レンジの電気通信サービスを提供する。

【0004】本明細書で使用するとき、用語「モバイル・ユニット」並びにその類義語である「モバイル・ユーザ」、「モバイル・ユニット」、及び「ユーザ」は全て、無線送信用信号を介して無線通信システムの1つ以上の基地局と通信する何れかの末端ノードを意味し、その末端ノードが実際にモバイル・ユニットまたは定置ユニットであるかは問わない。また、本明細書で使用するとき、用語「基地局」は用語「呼レグ(call leg)」或いはそれを縮めた「レグ(leg)」及び「セル・サイト」或いはそれを縮めた「セル」と同義語である。

【0005】上記cdma2000標準規格は種々のモードのデータ通信をサポートする。比較的に低レートのデータ・メッセージ通信に対しては、基本チャネル(fundamental channel; FCH)は信号通信(signaling)及びデータ・メッセージ通信の双方を処理することが出来る。信号通信は、モバイル・ユニットと基地局との間の通信リンクを制御するためにそれらモバイル・ユニット及び基地局によって使用されるそれらモバイル・ユニットと基地局との間の通信を意味する。高速データ・メッセージ通信に対しては、補助チャネル(SCH)がデータ・メッセージ通信に使用可能であり、一方、基本チャネルはモバイル・ユニットと基地局との間の信号通信を処理する。あるいは、SCHがデータ・メッセージ通信のために使用されるとき、モバイル・ユニットと基地局との間の信号通信は、信号通信に加えて低レートのデータ・メッセージ通信を処理するように設計されているFCHよりも伝送するのに少ないパワーが必要とする、専用制御チャネル(dedicated control channel; DCC)と呼ばれる特別の通信チャネルによって処理することができる。

【0006】図2は、3個の基地局110とソフト・ハンドオフ（soft handoff）で動作するモバイル・ユニット112に対する図1のCDMA無線通信システム100の一部の機能ブロック図を示す。ソフト・ハンドオフは、モバイル・ユニットが2以上の各々がこれらの通信の呼レグと呼ばれる基地局と同時に通信している状況を意味する。FSD機能要素106はモバイル・ユニット112と基地局110との間のソフト・ハンドオフ通信をサポートする。

【0007】通常の音声通信中、モバイル・ユニット112は逆方向リンク基本チャネルを使用して音声メッセージを送信する。モバイル・ユニット112とソフト・ハンドオフにある3個の基地局110は各々、逆方向リンクFCHを受信し、音声メッセージを逆方向リンク・パケットに累積し、逆方向リンク・パケットをバック・ホール機構108を介してFSD機能要素106へ伝送する。FSD機能要素106は3個の基地局110全てから逆方向リンク・パケットを受信し、対応する逆方向リンク・パケットの集合（各基地局からの1個の逆方向リンク・パケットがモバイル・ユニットから受信された同じ音声メッセージに対応する）を識別し、対応する逆方向リンク・パケットの各集合から1個の逆方向リンク・パケットを選択してその呼の遠隔端への最終的通信（例えば、通常のPSTNユーザ或いはCDMA無線通信システム100の若し有れば他のモバイル・ユニットへの接続）のために無線通信システムの残りへ伝送する。

【0008】同時に、FSD機能要素106はモバイル・ユニット112へ送信されることになっているその呼の遠隔端からの音声メッセージを順方向リンク・パケットを包含する順方向リンク・パケット受信する。FSD機能要素106は各順方向リンク・パケットの複製をモバイル・ユニットと現在ソフト・ハンドオフにある全ての基地局へ分配する。各基地局は順方向リンク・パケットを異なる順方向リンク基本チャネルを使用してモバイル・ユニット112へ伝送する。モバイル・ユニット112は3個の順方向リンクFCHの全てを受信し、それら3個の順方向リンクFCHからの対応する音声メッセージを組合わせてモバイル・ユニット112を使用している人に対する音声を作成する。

【0009】対応する音声メッセージの全てを一緒にすることが出来るために比較的短期間内にモバイル・ユニット112が3個の順方向リンク信号の全てからの対応する音声メッセージの各集合を受信する必要があるので、FSD機能要素106からの順方向リンク・パケットの複製を3個の基地局110へ分配するタイミングはクリティカルである。同様に、FSD機能要素106は、パケットの選択をなお一層の処理に調和させるために比較的短い期間内に様々な基地局からの対応する逆方向リンク・パケットを全て受信する必要がある。

【0010】これらの順方向リンク及び逆方向リンク・タイミング要求基準を満足するために、新しい呼レグが基地局に加えられるときは何時でも、即ち、新基地局が特定のモバイル・ユニットとのソフト・ハンドオフでの通信を開始するときは何時でも、例えばその基地局の順方向リンク伝送を現にモバイル・ユニットとソフト・ハンドオフに関係している他の基地局からの順方向リンク伝送との適切な同期を確実にするために、基地局とFSD機能要素106との間で独特の同期プロシージャが実行される。これらの同期プロシージャはバック・ホール機構を介する基地局とFSD機能要素との間でやり取りされる特定の通信に関与する。

【0011】基本チャネルは音声メッセージ通信のほか、に或る少量のデータ・メッセージ通信をサポートすることが出来るが、cdma2000標準規格もまた補助チャネルを介する高速データ・メッセージ通信をサポートする。cdma2000標準規格によれば、データ・メッセージ通信は代表的にはバースト状に、即ち、間欠的に為されるから、音声メッセージ通信が連続的であるのとは対照的に補助チャネルは各データ・バーストの持続期間にのみ確立され且つ維持される。データ・バーストが割当てられたSCHを介してメッセージ通信している間、モバイル・ユニットはアクティブ状態にあると言われる。現に割当てられているSCHが無く、しかし、FCHまたはDCHが割当てられているときにメッセージ通信しているデータ・バースト同士の間は、モバイル・ユニットは制御保持状態にあると言われる。専用無線インターフェース・チャネルが割当てられていないときは、モバイル・ユニットは停止状態にあると言われる。

【0012】基本チャネルを音声メッセージ通信及び／または低速データ・メッセージ通信のために使用するのと同様に、高速逆方向リンク・データ・メッセージは逆方向リンク補助チャネルを使用するモバイル・ユニット112によって伝送される。現在モバイル・ユニットとソフト・ハンドオフで動作している各基地局は逆方向リンクSCHを受信し、バック・ホール機構を介してFSD機能要素106へ伝送するためのデータ・メッセージの逆方向リンク・パケットを生成する。FSD機能要素106は全ての基地局から逆方向リンク・パケットを受信し、その呼の遠隔端（これは、データ・メッセージ通信の場合、コンピュータ・サーバとすることが出来る）へ伝送するための適当な逆方向リンク・パケットを選択する。

【0013】同様に、FSD機能要素106は、割当てられた順方向リンク補助チャネルを介するモバイル・ユニットへの伝送が調整されるようにするため、モバイル・ユニット112へ送信されるデータ・メッセージの順方向リンク・パケットを受信し、バック・ホール機構を介して行う適当な基地局へのこれらの順方向リンク・パケットの分配を調整する。データ通信においてモバイル

・ユニットでメッセージを受信するためのタイミング要求基準を満たすために必要とされる各基地局とFSD機能要素106との間の同期処理のほかに、それら基地局はそれらが全てそれらの順方向リンクSCHを同じデータ・レートでモバイル・ユニットへ確実に伝送するためにそれらの動作を調和させる必要が有る。このことは、新しいSCHが割当てられることを要求するモバイル・ユニットへ順方向リンク・データの新しいバーストが伝送される必要が有るときは何時でも、基地局がバック・ホール機構を介して互いに通信することを必要とする。

【0014】再開時間はモバイル・ユニットの現況を停止状態かまたは制御保持状態の何れかから高データ・レート無線インターフェース・チャンネルが割当てられているアクティブ状態へ切り換えるために要する時間である。停止状態では、専用無線インターフェース・チャンネルはモバイル・ユニットへ割当てられていない。制御保持状態では、モバイル・ユニットは専用パワー制御及び信号チャンネルのみを割当てられている。従来技術のIS-95CDMAシステムでは、再開時間はモバイル・ユニットに新チャンネルを割当てるために必要な時間及び各基地局をフレーム選択／分配機能要素に同期させるために必要な時間を含む。新チャンネルはソフト・ハンドオフでモバイル・ユニットへデータ伝送を行うために使用されるべき補助チャンネルであり、再開時間もまた様々な基地局がそれらの高速順方向リンク伝送データ・レートを調整するために必要な時間を含む。一般に、再開時間が長くなるほど、無線通信システムのデータ処理能力は低くなる。そのような事情から、再開時間をできる限り低く保持することが望ましい。

【0015】従来技術のIS-95CDMA無線通信システムに対するバックエンド・アーキテクチャ (back-end architecture) はまたバック・ホール機構とも呼ばれ、順方向リンク及び逆方向リンクの双方でのソフト・ハンドオフ (soft handoff; SHO) をサポートする無線通信環境で音声サービスを提供することに基づいている。音声サービスは、例えば、中央集中拠点のモバイル通信交換局 (mobile switching center; MSC) に付与されている音声分析合成機能要素 (vocoding function) を用いて実行され、且つ、これらの資源は呼が設定及びクリアされるときに割当て及び解除される必要が有る。従来技術の音声指向型バック・ホール (voice-oriented back haul) はまた、回線交換データ・サービスを供するために使用され、またパケット・データ・サービスに利用されている。既存の音声指向型バック・ホールをパケット・データ・サービスに使用するための基本的理由は、大部分の既存の構造及び動作を再利用することができるので開発コスト及び時間を節約するためである。それにも関わらず、その不利な点は、高速パケット・データ・サービスにまでに渡って実行され、パケット

・データ・サービス中に再開時間の増大に結果する多くの立ち上げ動作、クリア動作及び同期動作のために、高速パケット・データ・サービスに必要以上の遅延を強いることである。

【0016】パケット・データ・サービスに既存のバック・ホール・アーキテクチャ (back haul architecture) を使用することに伴う問題バック・ホール伝送のための既存の回路指向型の技術が、それらが処理するように設計されている音声及び回路モード・データ用途よりもむしろパケット・データをサポートするために使用されるときに以下の問題が発生する。

【0017】1. モバイル呼が最初に設定されるとき、呼へのサービスを行うための無線通信システム・ソフトウェアによってフレーム選択／分配機能要素が選ばれ、FSD機能要素とその呼にサービスを行っている基地局との間に初期化及び同期プロシージャが行われる。その同期プロシージャは、同期が達成されるまで20ミリ秒間隔で数回FSD機能要素及び(主)セルとの間に空白(無情報)パケットをやり取りすることに関与する。同期が達成可能になる前に主セルとFSD機能要素との間でタイミング調整メッセージがやり取りされる必要が有る。

【0018】これらのプロシージャは、それがパケット・データ呼に適用されるとき、不必要な遅延を増加させる。パケット・データ呼は一般的には音声及び回路モード・データ呼の場合よりも伝送遅延にずっと許容性がある。もし回路指向型の初期化プロシージャがパケット・データ呼に適用されると、ユーザを、さもなければ無線インターフェース・チャンネルがユーザに割当てられていない停止状態から、少なくとも1つの無線インターフェース・チャンネルが割当てられ、且つ、モバイル・ユーザがFSD機能要素へのユーザ・メッセージの送信を開始出来るアクティブ状態へもたすために掛かる時間に過度な遅延が加わる。

【0019】2. 副レッグが呼に加えられるとき、ユーザ・メッセージが副レッグからFSD機能要素へ転送可能になる前に副セルとFSD機能要素との間にやり取りが行われる必要が有る。それ故、レッグが呼に加わると、バック・ホール機構上でのこれらの回路指向型プロシージャによって遅延が加わる。

【0020】3. セルへのFSD機能伝送は無線インターフェース伝送の20ミリ秒 (msce) 境界に同期される。この構成はとりわけセルでの競合及び遅延を回避し、さもなければ無線インターフェースを介するそれらの伝送の前にユーザ・メッセージをバッファするために必要になるメモリを節約する。ユーザ・メッセージは、ほぼそれらが無線インターフェースを介して伝送されるために必要になる時にセルに達する。そのような同期は音声呼に必要であるが、データ呼の順方向リンクが同期を必要とする多数の呼レッグを持たない限り、レッグは

全て所定のユーザ・メッセージを無線インターフェースを介して正確に同一時点に伝送しなければならないから、そのような同期はデータ呼には必要ではないかもしれない。また、全ての回路指向型プロシージャのように、統計的にバースト状態で着信するパケット・データを伝送するために使用されるとき、バック・ホール帯域に無駄が生じる。

【0021】4. 現在標準規格（例えば、暫定標準規格IS-707）に定義されているような無線リンク・プロトコルはネットワークとモバイル・ユニットとの間におけるユーザ・メッセージのやり取りを確実にする機能を実行する。それは間違っ受て受信されたデータ或いは受信者が無くしたデータを再送し、また複製受信メッセージを棄却するための備えを有する。このプロトコルに対する従来技術は、RLP機能要素のネットワークをベースとする端末が基地局へのその情報伝送を、ユーザ・メッセージを無線で伝送するために使用されるレートとフォーマットに連携して動作させるようになっている。回路モード・データに対しては、そのレートとフォーマットがその呼が確立されるときに決定され、その呼の間は変化しないのでこの構成は旨く動作する。しかし、高いデータ・レートのパケット・モード・データ・サービスに対しては、モバイル・ユーザとやり取りするためのデータが存在するときのみ乏しい無線インターフェース資源が割当てられる。無線インターフェース・チャネルは様々なパケット・データ通信ユーザが必要とするときに配分及び配分解除される。それ故、従来技術はネットワークをベースとするRLP機能要素がデータを基地局へ送信する前にそのデータ伝送を基地局と連携して動作することが必要である。この連携動作は、ユーザ・データがRLP機能要素に達するときとデータがユーザへ無線で伝送するために基地局へ送信されるときとの間に遅延が生じることを意味する。更に、もしパケット・データ・ユーザが比較的長期間（パラメータは各サーバ（vendor）毎に決められるが、30秒台であろう）に渡ってイナクティブ（inactive）であると、従来技術はモバイル・ユーザからRLP機能要素を遮断されることとなる。それ故、データが再びモバイル・ユーザとやり取りされる必要が有るときは、RLP機能要素を有するモバイル・ユニットを再初期化するために更なる時間遅延を招来する。

【0022】列挙されたこれらの問題は従来技術の回路モード・バック・ホール・プロシージャ（circuit mode back haul procedure）を高速パケット・データ（high-speed packet data；HSPD）サービスに適用することによって高速パケット・データ・サービスに相当な長さの遅延が引き起こされることを指摘している。従って、（a）パケット・データ・サービスのために最適化され、且つ、（b）バック・ホール・プロシージャによるユーザの再開時間を最小にするバック・ホール・アー

キテクチャを設計することが望ましい。

【0023】パワー・コントロール

cdma2000標準規格に依れば、各基地局110がモバイル・ユニット112によって伝送された順方向リンク・チャネル信号の受信パワー・レベルを監視する。各基地局からモバイル・ユニットへ伝送された各異なる順方向リンクFCH（または順方向リンクDCCH）は基地局がモバイル・ユニットを信頼してその順方向リンク・チャネル信号の送信パワー・レベルを高めるべきか低下させるべきかを表示する周期的に反復するパワー制御（power control；PC）ビットを包含する。もし順方向リンクFCH内の現在のPCビットが、モバイル・ユニットがその送信パワー・レベルを低下させるべきであることを表示すると、たとえソフト・ハンドオフの他のレッグからの他の順方向リンクFCHの全てにおける現在のPCビットがモバイル・ユニットがそのパワー・レベルを高めるべきであることを表示していても、モバイル・ユニットはその送信パワー・レベルを低下させることとなる。それら全てのレッグからの順方向リンクFCH内の現在のPCビットがモバイル・ユニットがその送信パワー・レベルを高めるべきであることを表示するときのみ、モバイル・ユニットはそうようにすることとなる。このパワー制御技術はモバイル・ユニットが、そのモバイル・ユニットで利用可能なパワーが有れば、その限られたパワーを有効に使用し、且つ、基地局で他のモバイル・ユニットから伝送された逆方向リンク信号との間で干渉が起きる蓋然性を低減させながら通信を維持するための最小許容パワー・レベルで伝送することを可能にする。

【0024】図3はモバイル・ユニットからの従来の逆方向リンク・データ伝送中における、2個の基地局とソフト・ハンドオフにあるモバイル・ユニット302を示す。従来技術のIS-95標準規格に依れば、順方向リンク及び逆方向リンクによって対称アクティブ集合が維持されなければならない。換言すると、順方向リンクの方向で特定のモバイル・ユニットとソフト・ハンドオフで現在関係している一組の基地局は逆方向リンクの方向でその同じモバイル・ユニットとソフト・ハンドオフで現在関係している一組の基地局と同一でなければならない。

【0025】図3に図示されているソフト・ハンドオフ状況はこの要件を満足する。特に、順方向リンクでは、各基地局が順方向専用制御チャネル（forward dedicated control channel；F-DCCH）か順方向基本チャネル（forward fundamental channel；F-FCH）の何れかを使用して順方向リンクの方向に同時に伝送する。同時に、モバイル・ユニット302は逆方向リンクDCCH、逆方向リンクFCH及び／または逆方向補助チャネルを使用して逆方向リンクの方向に伝送し、これらの逆方向リンク信号は両方の基地局で同時に受信され並列

に処理される。従って、順方向リンクのアクティブ集合、即ち基地局A及びBは逆方向リンクのアクティブ集合と同一である。アクティブ状態中、各基地局は対応するF-D C C Hに対応するF-F C Hの何れかにどのチャネルが存在しているかに依存して、多重、即ちパンクチャ (puncture) されているパワー制御サブ・チャネルを構成するパワー制御ビットを生成する。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】本発明はCDMAワイヤレス通信システムにおいて、順方向リンクと逆方向リンクのデータ伝送の両方に対し反応時間を低下させる逆送 (back haul architecture) に関し、この低減は、フレーム選択 (分配) (frame selection/distribution; FSD) 機能部分と順方向リンクデータと逆方向リンクのデータの両方に対する適宜の基地局との間の逆送を介しての packets モードの伝送に依存する。特に順方向に対しては、FSD機能部分は順方向リンクデータのみを基地局に (すなわち主基地局) に送信し、この基地局が対応する移動装置と順方向リンクエアインタフェースを制御する責任をもつば有する。かくして順方向リンクは、データ伝送に対してシンプレックスモードで常に動作し、これは如何なる数の基地局が同一の移動局と逆方向リンクに対してソフトハンドオフ状態で動作していることとは無関係である。逆方向に対しては、移動局から逆方向リンクデータのフレームを受領した各基地局は、そのフレームに対しタイムタグ (time tag) を割り当て、このふれーむをデータパケットに分割し、異なる順番を各データパケットに割り当て、そしてこのデータパケットを逆送アーキテクチャを介してFSD機能部分に送るが、これらは全て移動局と逆方向リンクのソフトハンドオフ状態で動作している全ての他の基地局等は、最初に第1の同期時間なくして行われる。FSD機能部分 (好ましくは無線リンクプロトコル (radio link protocol; RLP) 機能部分) がその後続の処理 (接続のネットワーク端末への送信) に対し逆方向リンクデータの packets の選択に責任を持つ。順方向リンクデータ伝送をシンプレックスモードに制限し、逆方向リンクデータに対し、packets モードの伝送を用いることにより様々な基地局間の第1の同期タイミングを取る必要が順方向リンクと逆方向リンクのデータ伝送の両方に対し無くすることができる。その結果反応遅延は大幅に低減する。

【0027】

【課題を解決するための手段】本発明の一実施例においては、本発明は、請求項1に記載した特徴を有する。すなわち、(A) ワイヤレス通信システムの第1基地局でエアインタフェースを介して、逆方向リンクデータのフレームを受信し、(B) 前記第1基地局においてタイムタグを各逆方向リンクデータのフレームに割り当て、(C) 第1基地局において逆方向リンクユーザデータ

の各フレームを逆方向リンクデータパケットに分け、

(D) 第1基地局でシーケンス番号を各逆方向リンクデータパケットに割り当て、(E) 第1基地局からの逆方向リンクデータパケットをワイヤレス通信システムのデータ選択機能部分に送信し、(F) 前記データ選択機能部分が第1基地局から受信した各逆方向リンクデータパケットを前記割り当てられたタイムタグと割り当てられたシーケンス番号の少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定するワイヤレス通信方法である。本発明はさらに請求項8に記載した特徴を有する。すなわち、(G) ワイヤレス通信システムのデータ分配機能部分で順方向リンクデータを受信し、(H) 前記データ分配機能部分からの順方向リンクデータを packets モードの伝送を介して第1基地局にのみ送信し、(I) 第1基地局で基本チャネルあるいは補充チャネルを用いてエアインタフェースを介して順方向リンクデータを送信すべきかを決定する。

【0028】本発明の他の実施例においては、請求項12に記載した特徴を有する。すなわち、第1基地局を有するワイヤレス通信システムにおいて、前記第1基地局は、(A) エアインタフェースを介して逆方向リンクデータのフレームを受信し、(B) 前記逆方向リンクデータのフレームにタイムタグを割り当て、(C) 逆方向リンクユーザデータの各フレームを逆方向リンクデータパケットに分け、(D) シーケンス番号を前記逆方向リンクデータパケットに割り当てる特徴を有するワイヤレス通信システムである。本発明のさらに別の実施例においては、請求項24に記載した特徴を有する。すなわち、データ選択機能部分をさらに有し、前記データ選択機能部分は、(A) 第1基地局から逆方向リンクデータパケットを受信し、(B) 前記第1基地局から受信した逆方向リンクデータパケットを、各逆方向リンクデータパケットに対応して割り当てられたシーケンス番号とタイムタグの少なくとも一方に基づいて逆方向リンクデータの再構成されたフレームに含ませるかを決定する特徴を有するワイヤレス通信システムである。

【0029】本発明のさらに別の実施例においては、請求項33に記載した特徴を有する。すなわち、(A) ワイヤレス通信システムのデータ分配機能部分で順方向リンクデータを受信するステップと、(B) 前記データ分配機能部分からの順方向リンクデータを packets モードの伝送を介して第1基地局にのみ送信するステップと、(C) 第1基地局から順方向リンクデータをエアインタフェースを介して送信するステップとを有し、エアインタフェースを介して順方向リンクデータの再伝送の機能は、データ分配機能部分と第1基地局との間の通信リンクのネットワークサイドで実現され、前記エアインタフェースを介して順方向リンクデータの送信を制御する機能は、第1基地局で実行される特徴を有する

ワイヤレス通信方法である。

【0030】本発明のさらに別の実施例においては、請求項37に記載した特徴を有する。すなわち、第1基地局と通信するデータ分配機能部分を有するワイヤレス通信システムにおいて、前記データ分配機能部分は、

(A) 順方向リンクデータを受信し、(B) 順方向リンクデータをパケットモードの伝送を用いて第1基地局にのみ送信し、前記第1基地局は、順方向リンクデータをエアインターフェイスを介して送信しエアインターフェイスを介して順方向リンクデータの再伝送の機能は、データ分配機能部分と第1基地局との間の通信リンクのネットワークサイドで実現され、前記エアインターフェイスを介して順方向リンクデータの送信を制御する機能は、第1基地局で実行される特徴を有するワイヤレス通信方法である。

【0031】本発明のさらに別の実施例においては、請求項41に記載した特徴を有する。すなわち、(A) 順方向リンクデータを受信し、(B) エアインターフェイスを介して前記順方向リンクデータを送信し、前記順方向リンクデータのエアインターフェイスを介しての送信の制御機能は、第1基地局で実行される特徴を有するワイヤレス通信システムの基地局。

【発明の目的】

【0032】

【発明の実施の形態】本発明の通信システムは、パケット・データの1バーストを送信するために補助チャンネルが呼に設定されるときに無線通信パケット・データによるアプローチを実行する。このアプローチにより、モバイル・ユニットがさもなければソフト・ハンドオフで動作しているときに順方向補助チャンネル(forward supplemental channel; F-SCH)は順方向リンク伝送のための多数のソフト・ハンドオフ・レッグを有しては設定されず、むしろ1個のレッグを使用して単方向モードでユーザ・データの高速順方向リンク伝送を実行する。逆方向リンク・ソフト・ハンドオフ送信の場合、ユーザ・データはフレーム選択/分配(FSD)機能要素への多数の各レッグ上の逆方向SCH(reverse SCH; R-SCH)によって搬送される。このアプローチは1個のFSD機能要素を信号通信及びSCHデータ・パケットの双方を処理するように定義し、またそのFSD機能要素をそれら呼レッグへ接続するためのパケット指向型意味構文(packet-oriented semantics)を定義する。このアプローチにより、IS-95B/CのようなCDMA無線通信標準規格によって順方向リンク信号チャンネル、即ち、F-FCHまたはF-DCHの何れかで搬送されるように先に特定されているパワー制御情報が代わりに他のモバイル・ユニットと共有されている共通パワー制御チャンネル(common power control channel; PCH)上で搬送される。

【0033】本発明のアプローチは、パケット・データ

・サービスをサポートするために従来技術のIS-95無線通信システムの音声指向バック・ホール・アーキテクチャを使用することに関連して先に述べた問題に対処する。本発明に依る通信システムは逆方向リンクのみでソフト・ハンドオフをサポートし、順方向リンクではそれをサポートしない。なお、更に高度なソフト・ハンドオフ(soft handoff)、即ち、同一セル・サイトの異なるセクター間のソフト・ハンドオフは、その更に高度なソフト・ハンドオフが個々の基地局で独立に実行されるので、順方向リンクで許可される。本発明に依る通信システムは中央集中化されたFSD機能要素を有する無結線バック・ホール機構を使用するが、順方向での従来のRLP機能要素は2つに分割され、基地局のFSD機能要素と媒体アクセス制御(media access control; MAC)機能要素との間に分配される。特に、従来のRLP再送機能要素はFSD機能要素で処理されるのに対して、伝送レートのスケジューリング及び決定は勿論として、物理層フレーミング及び再セグメント化機能、CRC(error detection and correction; エラー検出及び訂正)、チャンネル符号化、多ストリームの多重化及び何らかの暗号化機能は全て基地局のMAC機能要素で処理される。

【0034】図4は本発明に依る無線通信システムのためのプロトコル・スタックを示す図であり、AはFSD機能要素、RLP機能要素及びIWF機能要素を、Bは基地局を、そしてCはモバイル・ユニットをそれぞれ示す。プロトコル・スタックは特定のシステム・コンポーネントで実行される機能の階層構成を表している。図4のA乃至Cは以下の各プロトコルを示す。

【0035】T1は、FSD機能要素と基地局との間の物理接続(例えば、ハードワイヤードT1リンク)を介する信号の変調/復調、符号化/復号及び送信/受信を制御するプロトコルを意味する。

【0036】Phyは、基地局とモバイル・ユニットとの間の物理接続(即ち、無線リンク)を介する信号の変調/復調、符号化/復号及び送信/受信を制御するプロトコルを意味する。

【0037】BHLは、T1リンクを介するユーザ情報の伝送を直接的に制御するバック・ホール・リンク・プロトコル(back haul link protocol)を意味する。

【0038】同様に、MAC及びMLCはそれぞれ媒体アクセス制御機能要素及びMAC層コントローラを意味し、それらが集散的に且つ直接的に上記Phyプロトコルを制御する。特に、MAC機能要素は物理層フレーム化及び再セグメント化を制御し、その一方でMLCはスケジューリング及びMACメッセージ通信を制御する。

【0039】ROLPC(reverse outer-loop power control function)は逆方向外側ループ・パワー制御機能を意味する。各基地局はモバイル・ユニットから受信された逆方向リンク信号の品質に基づいてサービス品質

(quality-of-service ; QoS) データを生成する。R O L P C 機能要素はその QoS データを処理して、基地局へ通信されこれら基地局が R I L P C (reverse inner-loop power control) 機能を実行してモバイル・ユニットへ伝送するためのパワー制御ビットを生成するときに基地局によって使用されて、設定点を確立する。

【0040】R L P は、本発明の幾つかの実施例により、やはり F S D 機能要素によって実行される順方向リンク及び逆方向リンク・ユーザ・メッセージ再送ファンクションを意味する。モバイル・ユニットでの R L P は、他の従来の全ての R L P 機能要素（例えば、やはり F S D 機能要素での R L P 機能要素によって為されるユーザ・メッセージのセグメント分割及び）だけでなく、順方向リンク及び逆方向リンク・ユーザ・メッセージ再送ファンクションを意味する。

【0041】P P P は F S D 機能要素及びモバイル・ユニットの双方における最高レベルのプロトコルであるポイント・ツー・ポイント・プロトコルを意味する。モバイル・ユニットでの P P P はユーザがモバイル・ユニットで無線送信信号を送受信出来るようにするサービス・プロバイダのユーザ・インターフェースを含む。

【0042】本発明の好適な実施例では、モバイル・ユニットでのプロトコル・スタックは従来技術の I S - 9 5 システムにおけるモバイルズ・プロトコル・スタック (mobile's protocol stack) と同一である。

【0043】本発明の通信システムでは、F S D 機能要素は順方向リンク・パケットを対応するモバイル・ユニットとアクティブ集合を成している主基地局へ転送する。順方向リンク R L P 転送機能 (forward-link R L P transmit functionality) は基地局でのそれ (B S / R L P と表される) と F S D 機能要素でのそれ (F S / R L P と表される) とに分配された方法で実行される。F S / R L P 機能要素は入信順方向リンク・データを R L P データ・ユニット・サイズの大きさに分割し、各セグメントに独特の R L P 一連番号を割当てる。続いて F S / R L P 機能要素は順方向リンク・データをこの一連番号情報と一緒に B S / R L P 機能要素へ転送する。物理層フレーム化は B S / R L P 機能要素によってなされる。このフレーム化は基地局の M A C 層によって割当てられるレートに依存する。順方向リンクにはソフト・ハンドオフが無いから、データ・バーストの資源は 1 個のセルのみに配分される必要が有る。このことによってソフト・ハンドオフで補助チャネルを立ち上げる際に伴う複雑さ及び遅延が削減される。

【0044】

【従来の技術】の項で述べた問題は本発明のアプローチで以下の如く対処される。

【0045】1. F S D 機能サーバ：立ち上げ動作及び解除動作を必要とする呼毎に F S D 機能要素を確立する代わりに、少数の F S D 機能サーバが確立される。呼の

ために最初に選択された F S D 機能要素は、たとえ主転送が行われても、即ち、主セルの識別コードは 1 つの基地局から別の基地局へ変更されても移動されない。

【0046】2. 順方向リンク上の同期：順方向リンク上の 1 個のレッグからの伝送は多数のセルからの伝送を同期させる必要性を回避する。これにより、従来技術の場合と同様に、F S D 機能要素と各基地局との間の伝送に対し、厳格なタイミング制約を維持する必要性が除去される。順方向同期を確立することに起因する遅延は回避される。

【0047】3. 逆方向リンク上の同期：音声とは違って、到達時点がフレーム選択のために使用される。R L P 一連番号はパケット・データの応用分野に使用される。データ通信ユーザはより多くのジッターを容認するので、このことは逆方向リンク上での同期の必要性を除去する。また、R L P 機能要素は複製メッセージを削減 (drop) することにより同等のフレーム選択機能を提供するので、フレーム選択機能要素は逆方向リンク上で除去することが出来る。

【0048】4. 基地局への F S D 機能伝送は、順方向リンク上にはソフト・ハンドオフが存在しないので、また音声通信ユーザとは違ってデータ通信ユーザはより大きなジッターを容認することが出来るので、同期化される必要は無い。

【0049】5. 現在、アクティブ・データ伝送モードにないモバイル・ユニットは停止状態に保持され、順方向リンク及び逆方向リンクのための R L P 状態情報、モバイル性能、サービス・オプション及び現アクティブ集合情報は維持される。ユーザの移動状況が追跡され、且つ、現アクティブ集合情報が更新される、中断 (追跡) 状態 (suspended (tracking) state) と呼ばれる副状態 (sub-state) が定義される。このことにより、ユーザがアクティブ状態に戻るときの立ち上げ遅延が最小になる。これらのプロシージャにより、頻繁にアクティブになるモバイル・ユニットに対する R L P 同期のための諸掛かりが除去される。

【0050】6. セグメント化機能は R L P 機能要素から分離されている。このことにより、従来技術の回路指向型アーキテクチャに課されていた F S / R L P 同期要件及び補助チャネルを立ち上げる際の対応する遅延が除去される。

【0051】上記アーキテクチャをサポートするために、本発明の通信システムは以下の要素を付与される。

【0052】(a) 基地局のパッファのオーバーフローを防止するための基地局と F S D 機能要素との間のフロー制御。

【0053】(b) 基地局で (i) 信号通信、(i i) 旧 R L P データの再送、及び、(i i i) 新しい R L P データの再送のために使用される様々な優先度の待ち行列。

【0054】(c) モバイル・ユニットが現在は主基地局ではない基地局からもっと強いパイロット信号を受信する場合に或るレッグから別のレッグへ有効に制御を転送するメカニズム。

【0055】(d) 従来技術のRLPC機能要素が様々なレッグに渡る同期を維持するアーキテクチャに基づいているので、多数の呼レッグからのユーザ・メッセージがFSD機能要素に同時に達する新RLPCメカニズム。本発明の実施例では、基地局は受信された各逆方向フレームに現GPS(global positioning system) タイムをスタンプする。多数のレッグから受信されたフレーム上のタイムスタンプは次にフレーム消去を決める際、及び、RLPC設定点を更新する際に使用される。

【0056】(e) 各モバイル・ユニットに関するレコードをアクティブまたは停止状態に保持する、以下の情報を持つ新パケット・モードFSD機能要素。

【0057】モバイル・ユニットを一意的に識別する番号である、モバイル・ユニット登録番号。RLP機能要素及びIWF機能要素の各アドレス。RLPC状態。各呼レッグのアドレス。アクティブ集合、即ち、モバイル・ユニットと現在ソフト・ハンドオフで動作しているそれら基地局の識別コード。

【0058】次に、本発明の一実施例による無線通信システムのアーキテクチャについて述べる。

【0059】パケット登録：パケット・データ登録時、例えば、モバイル・ユーザがモバイル・ユニットの電源を入れるとき、或いはモバイル・ユニットがアイドル状態で新基地局のサービス・エリアに入るとき、IWF機能要素は該IWF機能要素内で特有の登録番号(登録ID; reg_ID)を選択する。この登録IDには、登録に関する以下の情報、即ち、IWF機能要素、FS/RLPサーバ、使用された最後の一連番号及びモバイル性能(例えば、最高伝送レート等)が関連付けられている。IWF機能要素では、登録IDがFS/RLPの例に写像する。ソフトウェアによる機能の「例(instance)」は、コンピュータ上で実行し、且つ、サービスを提供するように構成されるソフトウェアの特定の複製である。FSD機能要素の例では、登録IDが現アクティブ集合、現主レッグ、基地局アドレス、RLP機能要素及びROLP Cの例に写像される。基地局では、登録IDがFSD機能要素の例のアドレスに写像する。

【0060】FSD機能サーバのRLP機能要素：FSD機能要素が最初に新しい登録IDを設定されるとき、それは呼へのサービスを行うための一例のRLP機能要素を立ち上げる。RLP機能要素はデータ・セグメントに同等なフレーム選択機能を提供する。

【0061】主セルで処理される信号通信(Signaling)のためのフレーム選択：FSD機能要素によって全てのレッグの逆方向リンクに受信された、RLPの否定

応答(negative acknowledgment; NAK)を除く信号用メッセージ、例えばパイロット強度測定メッセージ(pilot strength measurement message; P SMM S)、補助チャンネル・リクエスト・メッセージ(supplemental channel requests message; S CRM)は、従来技術のシステムで為されるのと同様に、主セルへそのまま返信(echo)される。RLP NAKはFSD機能要素のRLP機能要素によって処理される。

【0062】アクティブ状態(DCCHに伴う)：再開遅延を最小にするために、モバイル・ユニットは停止状態から抜け出て最小の立ち上げ遅延を持つ専用制御チャンネル(DCCH)上へ伝送し、データ・トラヒックが無くても或る時間、DCCH上に留まる。

【0063】無線リンク・プロトコル
本発明のCDMAパケット・データ・サービスに対する無線リンク・プロトコル(radio link protocol; RLP)機能要素は下記の条件を満足する。

【0064】RLPフレーム化のための一連番号付け(RLP framing sequence numbering)及び復旧は物理層フレーム・サイズ及び無線インターフェースのデータ・レートに依存しない。

【0065】RLP機能要素はモバイル・ユニットが停止状態から再開されるとき、初期化を必要としない。登録IDは停止状態中、記憶されており、且つ、RLP機能要素ではモバイル・ユニットがアクティブ状態であるか或いは停止状態であるかは分かっていない。RLP機能要素がモバイル・ユニットに対する順方向リンク・データを獲得すると、データを主レッグへ送信する。更に、RLP機能要素は何れかのアクティブ状態のレッグからパケットを何時でも受信できる態勢が整っている。

【0066】これらの条件は順方向におけるRLP機能要素を2つに分割することによって達成される。再送機能要素はFS/RLP機能要素で処理される。伝送レートのスケジューリング及び決定だけでなく、物理層フレーム化、CRC、チャンネル符号化、多ストリームの多重化及び、若し在れば暗号化機能も基地局のRLP機能要素で処理される。

【0067】RLPデータ・ユニット・サイズ(RLP_unit_size)は小さい整数番号Lのオクテット(即ち、8ビット・バイト)となるように選ばれる。より大きなデータ・ユニット・サイズは無線インターフェース上で低効率のパッキングが生じる可能性が有るので、L=1であることが望ましい。各RLPデータ・ユニットは20ビットの一連番号を割当てられる。全一連番号は高速パケット・データ・サービス・ホール・リンクで且つ無線インターフェース上で更に高いデータ・レートでの伝送時に使用される。無線インターフェース上で低データ・レートで伝送するときは一連番号の進行が遅いので、低い順位の16ビットの一連番号が使用される。曖昧さがあるときは、全一連番号をキャリーするために再送措置が

取られる。

【0068】RLPセグメントは連続する一連番号を持つ複数のRLPデータ・ユニットを具備する。RLPセグメントは最初のデータ・ユニットの一連番号と連続するデータ・ユニット全体の長さ（連続するデータ・ユニットの数）によって識別される。

【0069】RLP制御フレームは否定応答（NAK-ed）されつつある（或いは、もしRLP機能要素が標準規格によって定義され、また肯定応答を与える場合には肯定応答（ACK-ed）されつつある）一連番号の範囲を識別する。再送されるRLPデータ・セグメントはNAKに回答してRLP機能要素により生成される。RLP機能要素は後続する新データの喪失を把握するメカニズムを有する。ポーリング（poll）が、BS/RLP機能要素にそのBS/RLP機能要素がFS/RLP機能要素へ肯定応答ACKを与えることができる、送信された最終一連番号を知らせるために使用される。

【0070】新データ・セグメント及び再送されるべきデータ・セグメントはFS/RLP機能要素によって高速パケット・データ・サービス・ホール・リンクの主レッグへ転送される。逆方向リンクでは、データ・セグメントはFS/RLP機能要素でアクティブ集合の多数のレッグから受信される。

【0071】MAC：再セグメント化及び物理層フレーム化

基地局で実行されるMAC機能要素（即ち、BS/RLP）は再送されたデータ（SAP値1）及び新データ（SAP値0）に対して別々の待ち行列を維持し、且つ、再送されたセグメントに優先性を与える。基地局は、それがSAP値1での伝送のために待ち行列に組み入れられた再送されたセグメントの複製を有するかどうかをチェックすることが出来る。その場合、基地局はその後の複製を棄却することになる。

【0072】RLPデータ・セグメントは無線インターフェースを介してSCHか7個のDCCHの何れかへ伝送される。なお、DCCHは信号通信または少量のユーザ・データをモバイル・ユニットへ送信するために使用することが出来る。RLPデータ・セグメントはSCH及びDCCHへ同時に送信されないものと想定されている。RLP制御フレーム（即ち、NAK）と、MAC及び物理層メッセージ（例えば、パイロット強度測定メッセージ（PSMM）、拡張ハンドオフ方向メッセージ（EHDM）、基地局からの補助チャネル割当てメッセージ（SCAM）、モバイル・ユニットからの補助チャネル・リクエスト・メッセージ（SCRM）がDCCH上で処理され、物理層フレーム上では決してユーザ・データに多重されることは無い。DCCH上へ送信されたメッセージはRLPデータ・セグメントがSCH上へ伝送されるとき同時に伝送される。

【0073】多数の無線インターフェース・レートに渡

る動作のために、物理層フレーム化構成は必ず順列中にある新データと多数の再送されたRLPセグメントの多重化を可能にする。新データに対し、データの残りが順列中にあるので、最初のRLPデータ・ユニットを識別する一連番号が使用される。再送のために、無線インターフェース・フレーム・フォーマットは再送された各セグメントに対して一連番号及び8ビット長インジケータを識別する。再送された多数のセグメント及び1個の新データ・セグメントまでがこのフォーマットを使用している無線インターフェース・フレームに収容される。

【0074】暗号化はRLP整列がセルに明白（transparent）であるようにした方法で為されなければならない。それにはセルでの暗号化またはRLP機能要素上での暗号化が実現性が有る。RLP機能要素上での暗号化及び圧縮はIWF機能要素で為すことが出来る。16ビットのCRCが物理層フレーム全体に渡って計算される。

【0075】バック・ホール・リンク・プロトコル（back haul link protocol）

バック・ホール・リンク（back haul link；BHL）プロトコルはFS/RLP機能要素と基地局との間にRLPセグメントのフレーム化を供する。RLP一連番号がセグメントを識別するために使用され、1個のBHLフレームに順列内セグメント（in-sequence segment）が1個だけ包含される。BHL上の最大セグメント・サイズに依存して、無線インターフェース物理層フレームは多数のBHLフレームにセグメント分割することが出来る。

【0076】RLPセグメント一連番号、メッセージ長及びアドレスだけが順方向リンクの方向で必要とされるヘッダー・フィールドである。その他のヘッダー・フィールドが、副一連番号、消去フィールド及びフレーム・レート・フィールドとして使用されるときGPSタイムを含み、逆方向リンクの方向だけで使用するためにROLPC機能要素に対して定義される。

【0077】BHLプロトコルは順方向でモバイル・ユニット毎のフロー制御及び復旧を規定する。簡単な、受信者が即対応可/受信者が即対応不可（receiver ready/receiver not ready；RR/RNR）メカニズムから「完全自立の水漏れするバケツ」（full-fledged leaky-bucket）フロー制御までの、或る範囲のフロー制御オプションが可能である。もし本システムが何れかのサービス品質（quality of service；QoS）保証を与えるものであれば厳格なフロー制御が必要であるが、しかしRLP機能要素はバック・プレッシャ（back pressure）を与えることは出来ないから、基地局でのフロー制御が単にバック・ホール・リンク上での輻輳を回避するのに有効である。

【0078】再送されたセグメントはより高い優先度を有するから、各再送は別々のフロー制御ウインドーを与えられる。

【0079】一連番号ロール・バック (sequence number roll-back) (GO Back N) メカニズムを有するBHL復旧が定義される。このBHL復旧は新主レッグへ切り換えるメカニズムだけでなく、バッファ・オーバーフローからの復旧を規定する。もしRLP機能要素が再同期化すると、そのことによって基地局にそれらのバッファをクリアするように通知される。基地局で新データ用バッファの中の新データは共通一連番号 (common sequence number) へのロール・バックを使用することによってサルベージ (salvage) することが出来る。

【0080】再開及び主レッグの転送遅延を最小にするため、別々のアドレスがBHL上の信号通信に対して供される。更に、FSD機能要素のBHLは以下の事項のために基地局中継機能要素を供する。

【0081】副レッグから主レッグへ無線通信インタフェース逆方向信号用メッセージをそのまま返信する (echoing) こと。逆方向リンクへのバースト状流入を制御するために基地局間メッセージをルーティングすること。アクティブ集合管理のために基地局間メッセージをルーティングすること。主転送メッセージをルーティングすること。

【0082】実施例に依存して、本発明のバック・ホール機構 (back haul facility) は、T1ラインのような物理的ケーブルではなく、FSD機能要素と基地局との間の無線リンクに対応することが出来る。

【0083】逆方向外方ループ・パワー制御
バック・ホール機構に対するタイミング要求基準はFSD機能要素で逆方向外方ループ・パワー制御 (reverse outer loop power control ; ROLPC) アルゴリズムを実行することによって簡素化される。ROLPC機能要素はアクティブ集合の中の全基地局からのフレーム・レート及びフレーム・エラーの表示に依拠する。そのフレーム・レートは、副一連番号としてGPSタイムの使用することによって関連付けられている何れかのレッグから受信された良好なフレームから決定される。主セルには逆方向リンクのバーストがアクティブであるときが常に認識されている。もし主セルによってFSD機能要素へ消去がレポートされ、且つ、他の何れのレッグからそのGPSタイムの間に良好なフレームが無いとき、エラー発生無線インタフェース・フレーム、即ち消去が宣言される。

【0084】バースト状パケット・データ (bursty packet data) に対する外方ループ・パワー制御技術は、数秒間持続するトランザクション中のデータ・フローに良好に作用することが可能である。本発明のアプローチでは、ROLPC機能要素は、設定点がフローが持続しているアクティブ状態にある間、記憶される。設定点は、もしその値が例えば数秒に設定されている期間から外れた時に逆方向リンク・データが受信されない場合は終了する。

【0085】バック・ホール上の通常データ・フロー動作

セル逆方向リンク：無線インタフェース・フレームが正しく受信されると、基地局は1つ以上のBHLフレームをフォーマットし、それらをFSD機能要素へ送信する。そのヘッダーはフレーム・レート、RLPセグメント一連番号及び副一連番号としてのGPSタイムを含む。無線インタフェース・フレームが多数のBHLセグメントに分割されると、各セグメントに同じGPS副一連番号が使用される。その他のセグメントが存在することを表示するために、BHLヘッダーに「更に多くの」ビットを用いることが出来る。もし主セルで無線インタフェース・フレームが誤って受信されると、BHLフレームが消去を表示し、且つ、副一連番号としてGPSタイムを包含するヘッダーと共にFSD機能要素へ伝送される。

【0086】FSD機能要素逆方向リンク：無エラーで受信されたセグメントは全てRLP機能要素へパスされる。RLP機能要素は受信された何れかの複製オクテットを棄却する。フレーム・レート、消去及び副一連番号 (GPSタイム) はROLPC機能要素へパスされる。

【0087】FSD機能要素順方向リンク：FSD機能要素はRLPセグメントをフロー制御を受ける主基地局のみへ転送する。もし現在の主レッグ基地局が直前の一連番号 (roll-back sequence number) に関して復旧を要求すると、直前の一連番号から始まるデータが再び転送される。

【0088】セル順方向リンク：新データ及びFSD機能要素から受信された再送データに対応するRLPセグメントが新データ用バッファ及び再送されたデータ用バッファへそれぞれ転送される。受信されたセグメントに対応付けられたRLP一連番号が記憶される。無線インタフェースでの伝送のため、セグメント一連番号と共に1個または多数のセグメントが物理層フレームに包含される。

【0089】再開ソフト・ハンドオフ及び主転送の動作シナリオ

図5のA、Bは、それぞれアクティブ状態及び停止状態にあるモバイル・ユニットに対する順方向リンク・データ転送シナリオを図示し、図中、時間軸が上から下へ伸びている。図5のAのアクティブ状態では、データがFSD/RLP機能要素により主基地局のみへ転送され、データ転送はDCCCHで直ぐに開始することが可能である。補助チャネル (supplemental channel ; SCH) が割当てられ、モバイル・ユニットへSCH割当てを知らせるために高速 (即ち、無線インタフェースを介してメッセージを伝送するのに要する時間が20ミリ秒未満) の補助チャネル割当てメッセージ (supplemental channel assignment message ; SCAM) が送信された後、主基地局は補助チャネル上でユーザ・データの転送

を開始することができる。図5のBの中断（追跡）状態では、FSD機能要素にそれが新データを転送する主レグが認識されているものと想定されている。主基地局は適宜DCCCHまたはSCHを割当て、その割当てられたチャンネルでデータの伝送を開始する前に、チャンネル割当てをモバイル・ユニットへ対応するCAMまたはSCAMメッセージを使用して送信する。ネットワーク上の再開遅延は主基地局でチャンネル割当てを行ない、専用チャンネル上でメッセージを送出しそれに続いてデータを送出するために要する時間である。この再開遅延は30ミリ秒未満とすることが出来る。

【0090】逆方向リンクがソフト・ハンドオフに有るとき、処理は図5のBの下部に図示されているシナリオで継続する。特に、モバイル・ユニットはパイロット強度測定メッセージ（pilot strength measurement message；PSMM）を送信して、逆方向リンク・アクティブ集合（reverse-link active set）に加えられている新基地局、即ち、新副基地局へ主基地局がパケット・データ・ハンドオフ要求（packet data handoff request；PDHOREQ）メッセージを送信するようにする。図5のB中、破線矢印は幾つかの実施例においてメッセージがFSD機能要素を介して実際に伝送されることを意味する。その他の実施例では、基地局は中央集中FSD機能要素を通ることを必要とせずに互いに直接通信出来るかも知れない。それに呼応して、新副基地局は主基地局へパケット・データ・ハンドオフ肯定応答（packet data handoff acknowledgment；PDHOACK）メッセージを送信し、その結果主基地局はモバイル・ユニットへ拡張ハンドオフ方向メッセージ（EHDM）メッセージを返信する。再開遅延を最小にするため、順方向リンク上のデータ転送は新副レグが逆方向リンクに加えられる前に開始することが出来る。主基地局でPSMMを受信する十分に高い蓋然性を達成するために、モバイル・ユニットは高パワーを使用するかまたはPSMMの伝送を反復し、或いはその双方を行うことが必要となるかも知れない。

【0091】図6は順方向リンク主転送シナリオを図示する。主転送はモバイル・ユニットがPSMMメッセージを用いて別のレグ即ち副レグが或る差で最も強いパイロット信号を有することを主レグへレポートするときに始まる。旧主基地局は、主転送動作中はFS/RLP機能要素が新データを主基地局へ送信しないように防止するためにフロー・コントロール「ON」メッセージをFSD機能要素へ送信し、且つ、主転送メッセージ（PD_PRIM_XFER）を新主基地局へ送信する。PD_PRJM_XFERメッセージはモバイル・ユニットに対する登録ID及び逆方向リンクの現アクティブ集合を包含する。新主基地局は続いてFS/RLP機能要素へその新主基地局（FS_NEW_PRIMARY）としての現況を知らせ、且つ、FS/RLP機能

要素へ制御をOFFするするように指示するメッセージを送信する。それで現在は何れかの新データがFS/RLP機能要素によって新主基地局へ送信される。更に、旧主基地局は、順方向リンク通常制御チャンネル（forward common control channel；F-CCCH）で新主基地局からの伝送を受け（listen）、モバイル・ユニットへCAMメッセージを送信し、モバイル・ユニットにその緒動作を中断（追跡）状態へ転送するように指示する。その結果モバイル・ユニットは新データがFS/RLP機能要素によって新主基地局へ転送されるまで中断（追跡）状態に留まり、そのとき新主基地局が適当なチャンネルを割当て、高速CAM/SCAMメッセージを介してモバイル・ユニットへチャンネル割当てを知らせ、その割当てられたチャンネルでデータ転送を開始する。

【0092】旧主基地局がモバイル・ユニットからPSMMメッセージを受信するときに順方向バースト（forward burst）が進行中であると、旧主基地局はそれがそのバーストを終端させ、新主基地局で再開させるまでそのバーストを継続することが出来る。このことは次のようにして達成される。旧主基地局はFS/RLP機能要素へ送信されたPD_PRIM_XFERメッセージ中の新データ待ち行列のヘッドにRLPセグメント一連番号、即ち直前の一連番号を包含する。新データ待ち行列中の何れかのデータと同様に、旧主レグで再送待ち行列中に残されているデータは棄却されるべきものと見なされる。再送待ち行列は再送が優先性を持っているから短くなければならない。旧主基地局は、順方向リンク通常制御チャンネル（F-CCCH）で新主基地局からの信号を受け、モバイル・ユニットに現バースト（current burst）が終了していることを知らせ、且つ、モバイル・ユニットに中断（追跡）状態に転送するように指示する。新主基地局はそのアドレスを表示しているFSD機能要素へ新規の主メッセージ（FS_NEW_PRIMARY）及び直前の一連番号を送信し、フロー制御をOFFする。FSD機能要素は直前の一連番号から開始する全ての新データを新主レグへ送信する。新主基地局は、それが未処理分を見出すと高速CAM（quick CAM）または高速SCAM（quick SCAM）を実行してモバイル・ユニットへのバースト伝送を再開する。

【0093】主転送は基地局及びバック・ホール機構での小数のメッセージの処理に関与する。遅延は20ミリ秒未満でなければならない。更に、新データが新主基地局へ転送される。最初の1キロバイトのデータは10ミリ秒未満内に達することができる。PSMMが受信された後の主転送遅延は30乃至50ミリ秒の間に達成することができる。

【0094】図7は逆方向リンク転送シナリオを図示する。中断（追跡）状態にあるモバイル・ユニットは主基地局でランダム・アクセス・チャンネル（random access channel；RACH）へのアクセスを行う。主基地局

は、データがD C C H 上でのフローを開始でき、且つ、モバイル・ユニットがアクティブ状態へ移行出来るように、即時チャンネル割当て(immediate channel assignment ; C A M)を行う。なお、再開後のデータ転送はソフト・ハンドオフを設定する前に出来る事が出来ることに注目する必要がある。R A C H上でメッセージが受信された後の再開遅延は、無線インターフェースでのフレーム・タイミング遅延込みで30ミリ秒未満である。

【0095】初期のランダム・アクセス要求に基づき或いはアクティブ状態の遅くにモバイル・ユニットが逆方向リンク上にソフト・ハンドオフの追加レッグを有すること必要とされると、基地局間ハンドオフ要求/許可シナリオが出来る。レッグを加えるために、主基地局は登録ID、FSD機能要素のアドレス、ROLPC設定点、モバイル擬似雑音(pseudo-noise ; P N)コード、及び、もしバーストが進行中であればバースト終了時点(burst end time)並びにバースト・レート(burst rate)の情報を包含するPDHOREQ専有メッセージ(proprietary message)を新副基地局へ送信する。従って新副基地局は受信された逆方向リンク・フレームをBHL上へ単に送信するだけで参加することが出来る。副基地局はモバイル・ユニットに対して逆方向リンク内方ループ・パワー制御ストリームを立ち上げることによってハンドオフ要求を肯定応答して情報をPDHOACKメッセージで主基地局へ供し、主基地局は続いてこの情報を拡張ハンドオフ方向メッセージ(EHDM)でモバイル・ユニットへ与える。PDHOACKメッセージで、副基地局は進行中のバーストを終了させることを要求することが出来る。副基地局とFSD機能要素との間のBHL上での初期化は将来ROLPC設定点へ更新するために必要であるだけであり、従ってクリティカルなタイミング要求基準は存在しない。或るレッグが主基地局により指示されたときに呼から外れるとき、それは単にFSD機能要素への逆方向フレームの送信を停止する。時間的にクリティカルではない簡単なFSD機能要素切斷プロシージャが使用される。

【0096】この最後に、図7にバースト受け入れシナリオが図示されている。バック・ホール機構上の要求/許可シナリオはアクティブ集合の基地局によって処理される。バースト・モード要求/許可プロシージャ(burst request/grant procedure)は基地局での4個のメッセージの処理及びバック・ホール機構上の3個のメッセージの伝送に関与する。SCRAMが受信された後SCAMを伝送するまでの総バースト許可遅延(total burst grant delay)は50ミリ秒未満にすることが出来る。

【0097】パワー制御
従来技術のIS-95標準規格は、順方向リンク及び逆方向リンクの双方に対するアクティブ集合、即ち、特定

モバイル・ユニットと現に通信しているそれら基地局は同一である。即ち、通信チャンネル(traffic channel)及び制御チャンネルは対称に設定される。このことは逆方向リンク上の専用通信チャンネルがモバイル・ユニットの送信パワー・レベルを制御するために順方向リンク中に関連する専用パワー制御チャンネルを持つことを意味する。

【0098】従来技術のcdma2000標準規格では逆方向リンク送信パワーは順方向リンク・パワー制御サブ・チャンネルが存在すればそれによって制御される。アクティブ状態にある間、パワー制御サブ・チャンネルは順方向専用制御チャンネル(forward dedicated control channel ; F-D C C H)かまたは順方向基本チャンネル

(F-F C H)の何れかに多重、即ち、パンクチャされる。これには、対称アクティブ集合が図3に図示されるような順方向リンク及び逆方向リンクによって維持される必要がある。換言すれば、もし逆方向リンクがソフト・ハンドオフにあれば、順方向リンクはたとえそれがそれ以外では必要とはされないとしてもソフト・ハンドオフになければならない。

【0099】高速データ通信ユーザが存在することで、トラヒックが非対称な性質であることにより、システム設計に特別な課題が存在している。効率的に動作するパケット・モード・サービスを行うために、順方向及び逆方向のアクティブ集合に対して非対称サポートを持つことが望ましい。従来技術のIS-95標準規格はこのモードの動作にはパワー制御サポートを供しない。

【0100】本発明のアプローチは順方向リンク及び逆方向リンクが異なるアクティブ集合を有するときのパワー制御フィードバックの問題に対処する。例えば、順方向リンクが一方向接続、即ち、単方向モードにあるか、或いは全く接続されない状態にあることが出来、その一方で逆方向リンクが双方向接続(ソフト・ハンドオフ)にあることが出来る。

【0101】非対称アクティブ集合動作を満足するために、本発明のアプローチはモバイル・ユニットがアクティブ状態にあるとき、パワー制御サブ・チャンネルをF-D C C H及びF-F C Hの双方から切り離し、それに代えて共通パワー制御チャンネル(common power control channel ; P C C H)を使用して逆方向リンク・パワーを制御することに関与する。従来技術のcdma2000標準規格に定義されているように、順方向リンク共通パワー制御チャンネル(forward-link common power control channel ; F-P C C H)は1個の物理チャンネルに時間多重されている一組のパワー制御サブ・チャンネルである。cdma2000標準規格の下では、F-P C C H上の各パワー制御サブ・チャンネルは、F-P C C Hを伝送する基地局のサービスを受けている別のモバイル・ユニットに対する逆方向リンク・エンハンスド・アクセス・チャンネル(reverse-link enhanced access channel ;

R-EACH) のパワーまたは逆方向リンク共通制御チャネル (reverse-link common control channel; R-CCCH) のパワーを制御する。R-EACHは休止状態か停止状態の何れかにあるモバイル・ユニットによって使用され、専用通信チャネルの割当てを要求する。休止状態及び停止状態はモバイル・ユニットが割当てられた専用無線インターフェース・チャネルを持たない状態に似ている。停止状態では、モバイル・ユーザ・データ・セッションに関する幾つかの情報が基地局に維持されるが、休止状態ではそのようなことは無い。R-CCCHは休止状態にあるモバイル・ユニットによって使用され、専用通信チャネルを要求する必要も、それを割当てられることも無く、比較的短いバーストのデータを送信する。

【0102】従来技術のcdma2000標準規格は、F-PCCHに逆方向リンク専用制御チャネル (reverse-link dedicated control channel; R-DCCH) のパワーまたは逆方向リンク通信チャネル (R-FCHまたはR-SCH) のパワーの制御を許可しない。本発明のアプローチはその制約を除去し、その結果F-PCCHはモバイル・ユニットがアクティブ状態にある間、逆方向リンク送信パワーを制御することが出来る。このアプローチにより、順方向リンク及び逆方向リンクが異なるアクティブ集合を持つときモバイル・ユニットでパワー制御を与える。

【0103】図8は、順方向リンクが単方向モード（一方接続）にあり、逆方向リンクが双方向ソフト・ハンドオフにある例を図示する。順方向リンク上では、基地局Aがアクティブ状態にあるF-FCHまたはDCCHを有する。逆方向リンク上では、モバイル・ユニットは基地局A及びBとソフト・ハンドオフにある。モバイル・ユニットの送信パワーは双方の基地局によって、それぞれ共通パワー制御チャネルF-PCCHa及びF-PCCHbを介して制御される。基地局Aによって伝送されるP-PCHまたはF-DCCHにバンクチャされるパワー制御サブ・チャネルは無い。或いは、基地局Aからのパワー制御サブ・チャネルはF-FCHまたはF-DCCH上でバンクチャされることが出来、その一方で基地局Bがそのパワー制御サブ・チャネルをF-PCCHbを介して伝送することも可能である。図8の例を更に拡張するために、基地局AはF-DCCHまたはF-FCHに加えて順方向リンク上にアクティブ状態の補助チャネル (supplemental channel; F-SCH) を持つことが出来る。何れの場合も、このアプローチの下ではパワー制御を供するために双方の基地局からF-DCCHまたはF-FCHを確立する必要は無い。

【0104】図9は、順方向リンクが全くアクティブではなく、且つ、逆方向リンクが双方向ソフト・ハンドオフにある例を図示する。順方向リンク上では、アクティブ状態にあるF-FCHまたはF-DCCH或いはF-S

CHは無い。逆方向リンク上では、モバイル・ユニットはR-DCCH、R-FCH及び／またはR-SCHを使用している基地局A及びBとソフト・ハンドオフにある。モバイル・ユニットの送信パワーは双方の基地局によって、それぞれF-PCCHa及びF-PCCHbを介して制御される。

【0105】その最も基本において、ここに記載される技術はパケット・データ・ユーザをユーザが或る時間イナクティブになっていた状態から再開するとき、基地局とFSD/RLP機能要素との間のバック・ホール・インターフェース (back haul interface) 上の遅延を殆ど全て除去し、且つ、高速無線インターフェース・チャネルはユーザによる使用のために再確立される必要が有る。従来技術はバック・ホール・インターフェースに回路指向型の技術及びプロシーダを使用しており、それらではユーザを開始 (activating) または再開 (reactivating) させるとき、基地局とFSD/RLP機能要素との間に多くのやり取りが行われる。

【0106】本発明によるCDMAシステムでは、ネットワークをベースとするRLP機能要素が2つに、即ち、ネットワークの中央で実行可能な部分と基地局で実行する部分とに分割される。或いは、両方の部分とも基地局で実行することも可能である。中央に在る部分、即ち、基地局から隔たった箇所で実行出来る部分は再送を制御する機能を実行する。基地局に配置されている部分はユーザ・メッセージを無線で送信する機能を実行する。これらの機能には物理層フレーム化及び再セグメント化、無線通信インターフェース・メッセージのエラー検出及び訂正、チャネル符号化、多数のフレームの多重化、暗号化、無線伝送レートの決定、及び無線伝送のスケジューリングが包含される。この分離によって、ユーザ・メッセージが最良の機会に基地局へ即座に転送されるように可能にされ、モバイル・ユニットとの良好な通信が供される。基地局とRLP機能要素のことによると遠隔に在る部分との間には時間同期連携動作は必要とされず、且つ、所定の呼に対して所定の時点に基地局へ送信されることが出来るデータ量に無線インターフェース制限が課されることは無い。

【0107】ネットワークをベースとするRLP機能要素の中央に在る部分はネットワークから1つのしかもたった1つの呼レグ、即ちモバイル・ユーザへの最良の信号を有する呼レグへユーザ・データを送信する。その呼レグはユーザ・メッセージをモバイル・ユニットへ無線インターフェースを介して転送する方法及び時点を決定する。

【0108】どの基地局がモバイル・ユーザへの最良の信号を有するかの決定は基地局によって実行され、この「主」基地局に関する情報 (knowledge) はネットワークをベースとするRLP機能要素の中央に在る部分へパスされる。この概念は「高速パケット・データ・サービ

スのための主転送 (primary transfer) 」と称されることが有る。

【0109】無線でモバイル・ユーザへ送信される必要が有るユーザ・メッセージを処理するために2つの待ち行列が主基地局に保持される。1つの待ち行列は「新データ」待ち行列と呼ばれ、新しいユーザ・メッセージ、即ち、前にユーザへ送信されたことが無いメッセージを保持する。他の待ち行列は「再送」待ち行列と呼ばれ、前にモバイル・ユニットへ送信されたことは有るが受信されたことが無い、或いはモバイル・ユニットによってエラーで受信されたことが有るユーザ・メッセージを保持する。無線伝送の優先性は再送待ち行列上のユーザ・メッセージへ与えられる。

【0110】無線伝送は再送待ち行列からの多数のユーザ・メッセージ・セグメントの他に新データ待ち行列からの1個のメッセージ・セグメントを包含することが可能である。この能力により、無線インターフェース容量の使用が最良になる。再送待ち行列からのそれらメッセージは最初無線インターフェース・フレームにパックされ、且つ、RLP一連番号の他にそのRLP一連番号の増分単位に配分されたバイト単位での長さを有する。新データ待ち行列からのユーザ・メッセージ・セグメントはRLP一連番号を包含し、無線インターフェース・フレームの終わりまで継続する。

【0111】主転送が出来ると、現主レッグはバック・ホール機構上でフロー制御を使用して遠隔に在る部分のRLP機能要素がデータを、その現況を主呼レッグである状態から副呼レッグである状態へ変化する処理中にある呼レッグへ送信するのを防止する。現主呼レッグは新主呼レッグへ新データ待ち行列の中にまだ残っている全てのニューザ・データを表しているRLP一連番号をパスする。主転送動作が完了すると、新主呼レッグは遠隔部のRLP機能要素にそのアドレスを知らせ、且つ、バック・ホール・フロー制御 (back haul flow control) を除去する。この処理中、新主呼レッグはまた遠隔部のRLP機能要素に新しいユーザ・メッセージの送信を開始するための一連番号を知らせる。従って、實際上遠隔部のRLP機能要素は新主呼レッグへ旧主呼レッグによって未だ伝送されたことが無いユーザ・データを送信する。この特性によって旧主レッグが送信されなかったデータを新主レッグへ送信させる必要性が回避され、それにより伝送時間及び利用度が節減される。そのようなセル間伝送はネットワークをベースとするRLP機能要素の両方の部分が基地局で実行した場合に必要となるであろう。主転送特性は実施例の一部ではなく、且つ、その解法には概ねセル間ユーザ・データ伝送が出来ることが必要となるか、或いは、主転送特性が実施例の設計に盛り込まれるかし、セル間の追加のやり取り及びフレーム選択/分配機能要素が該システムを機能させるために必要となろう。

【0112】順方向 (モバイル・ユニットへの方向) の無線インターフェースを介しての信号通信及びユーザ・メッセージ送信の双方が1個の呼レッグから単方向モードで実行される。それとも、逆方向の信号通信及びユーザ・メッセージの転送が概ねソフト・ハンドオフで多数の呼レッグを使用して出来る。モバイル逆方向リンク送信パワーを制御するためにバンクチャされたパワー制御サブチャネルは上述のように、専用順方向リンク無線インターフェース・チャネルから切り離される必要が有る。

【0113】FSD機能要素は、ネットワークをベースとするRLP機能要素の遠隔に在る部分と一緒に、呼が最初に確立されるとき高速パケット・データ呼に割当てられるサーバ・アプリケーションを形成する。この例のサーバは、モバイル・ユーザが長期間イナクティブに留まっているかどうか、或いは主転送が出来かどうかに関わらず、変化されない。このサーバは何時でもネットワークからデータを受信し、モバイル・ユーザへの伝送のために主レッグへ分配することが出来、且つ、呼の一部であるソフト・ハンドオフ・レッグの何れかからユーザ・メッセージを何時でも受信することが出来る。最初の初期化の後、アイドル期間が長く続いた後のユーザが再開されるときでもモバイル・ユニットによって初期化するのに時間は掛からない。

【0114】モバイル・ユニットからの逆方向リンク・ユーザ・メッセージは、互いに広く隔たっている時に多数のレッグからFSD/RLPサーバ (即ちFSD/RLP機能要素) に達することが出来る。何れかのレッグに正しく受信した何れかのユーザ・メッセージは、RLP機能要素が複製メッセージを棄却するのでFSD機能要素に受理される。

【0115】呼レッグから送信された逆方向リンク・ユーザ・メッセージは、RLP一連番号とそれらメッセージに取り込まれているGPSタイムの一部の値との双方を有する。RLP一連番号はRLP機能要素により紛失メッセージまたは複製メッセージを検出するために使用される。GPSタイムはFSD機能要素によって1つ以上のバック・ホール情報パケット (back haul information packet) を無線インターフェースを介する情報の伝送時点に対応付けるために使用される。バック・ホール・パケット送信 (back haul packet transmission) の最大サイズは20ミリ秒の無線インターフェース・フレームに組み込むことが出来るユーザ情報要素数 (即ち、バイト数) とは一般に違っている。従って、ユーザ・データに相当する1個の無線インターフェース・フレームはそれがFSD/RLP機能要素へ転送されるときにバック・ホール機構上の2つ以上のパケットを専有することが出来る。無線インターフェース・フレームのレート指標及び品質指標は、所謂ROLP値である設定点の値を計算するためにFSD機能要素で使用され、全ての

呼レグへ返送される。その結果、それら指標はモバイル・ユニットによって伝送されたパワーを制御することが出来る。

【0116】ROLPC設定点の値を適切に計算するために、その計算は何時全てのレグが誤って同一の無線インターフェース・フレームを受信したかを判定しなければならない。回路モード・サービスのため、トラヒック搬送無線インターフェース・チャンネル上の情報が常に存在するが、高速パケット・データ・サービスではユーザ・メッセージの伝送がバースト状 (bursty) に為される。主呼レグは常に何時補助チャンネルが割当てられたかが分かっており、従ってそのレグは消去インジケータ、即ち、無線インターフェース・フレームが期待されたが受信されなかったか或いは誤って受信されたことを表示する指標と、その他にGPSタイムスタンプを有するバック・ホール・フレームを生成することが出来る。他に同一GPSタイムを有する正常な無線通信インターフェース・メッセージをバック・ホール機構を介して配信するレグが無い場合は、FSD機能要素のROLPC計算機能がその消去を使用して計算を実行する。

【0117】基地局とFSD/RLP機能要素との間のホール・バックで使用するプロトコルは、ユーザ・メッセージを転送するためと基地局間通信のため、及びモバイル・ユニット信号通信のための別々のアドレスを有する。もしFSD機能要素がモバイル・ユニット信号通信のために使用されるアドレスを有するバック・ホールパケットを受信すると、メッセージは主基地局へ転送される。なお、主基地局はモバイル・ユニットからの信号用メッセージを解釈 (interpreting) し、且つ応答する役割を担っている。また、それらのメッセージは全てのレグで無線インターフェースを介して受信されるが、主レグでモバイル・ユニットからの無線インターフェース伝送が誤って受信された場合は主レグへ反射 (echo) される必要が有る。もしFSD機能要素が基地局間通信のために使用されるアドレスを持つバック・ホールパケットを受信すると、その機能要素はメッセージを呼レグまたはメッセージ本体に特定されているレグへ転送する。もしFSD機能要素がユーザ・メッセージを転送するために使用されるアドレスを持つバック・ホール・メッセージを受信すると、その機能要素はメッセージをその関連RLP機能要素へパスする。

【0118】もし信号通信のためにモバイル・ユニットに割当てられている無線インターフェース・チャンネル、即ち、F-FCHかF-DCHの何れかが有る場合は、FSD/RLP機能要素から主レグへ転送されたデータは、ユーザ・メッセージを搬送するようになっているF-SCHのコード・ポイントを含み、コントロール・メッセージがモバイル・ユニットへ送信されるようにする。FSD/RLP機能要素がユーザ・メッセージを送信する前は、主レグとの連携動作は必要ではない

から、この順方向リンク伝送のための再開時間が最小にされる。進行中のユーザ・メッセージやり取りが無いときに、もし他の基地局がモバイル・ユニットの位置で最も強い信号を有する基地局になると、モバイル・ユニットは主基地局へのそのパイロット強度測定のリポートを続ける。もし必要であれば、主転送が出来し、且つ、モバイル・ユーザへ新データを送信するための再開時間が再び最小にされる。

【0119】もしモバイル・ユーザが逆方向へ送信するためのデータを有し、且つ、ユーザが現に逆方向リンク上でそれら呼レグに割当てられている無線インターフェース信号チャンネルを有する場合は、ユーザはどちらか割当てられているR-PCHまたはR-DCHを使用してデータの送信を直ちに開始するか、或いは、より高速の無線インターフェース・チャンネルが割当てられるように要求する信号用メッセージを送信することが出来る。モバイル・ユニットは信号チャンネルを、そのチャンネルによって更に高速の無線インターフェース・チャンネル割当て情報が受信されるまでユーザ・データを転送するために続けて使用することが出来る。この仕組みにより、モバイル・ユニットが割当てられた無線インターフェース信号チャンネルを有するとき、逆方向リンクのやり取りに対する再開遅延を最小にする。

【0120】モバイル・ユニットが何れかの無線インターフェース・チャンネル上でアクティブでなく、且つ、主レグがFSD/RLP機能要素からユーザ・メッセージを受信するとき、主レグは順方向共通無線インターフェース信号チャンネルを使用してモバイル・ユニットにF-SCHを割当てる。その結果、モバイル・ユーザへの伝送が行われる。主レグとFSD/RLP機能要素との間には折衝やり取りが行われず、且つ、呼レグ間でも、これらでは順方向の伝送が主レグからだけの単方向であり、折衝やり取りが行われないから、再開時間が最小にされる。

【0121】モバイル・ユニットが何れかの無線インターフェース・チャンネル上でアクティブでなく、且つ、モバイル・ユーザがネットワークへ送信するデータを有するとき、モバイル・ユニットは逆方向共通信号チャンネル上へ、そのデータを送信するための逆方向無線インターフェース・チャンネルの割当てを要求する信号用メッセージを送信する。一旦、これらのチャンネルが割当てられると、モバイル・ユニットは上記したように、そのデータ伝送を開始することが出来る。FSD機能要素との同期を実行することは要求されず、且つ、初期化も要求されない。従って、バック・ホール通信によってユーザが活動再開に要する時間に遅延が付加されることは無い。

【0122】

【発明の効果】本発明はIS-95CDMA無線通信システムの状況で記載されたが、当然本発明をIS-95標準規格系列以外の標準規格に準拠するCDMA無線通

信システム、例えば、ヨーロッパ電気通信標準協会（European Telecommunications Standard Institute; ETSI）標準規格系列で実行することが可能である。同様に、本発明はCDMAシステム以外の、FDMA（frequency division multiple access）システムまたはTDMA（time division multiple access）システムのような無線通信システムで実行することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のCDMA無線通信システムを示すブロック図である。

【図2】3個の基地局とソフト・ハンドオフで動作するモバイル・ユニットに対する図1の通信システムの一部を示す機能ブロック図である。

【図3】モバイル・ユニットからの従来の逆方向リンク・データ伝送中に2個の基地局とソフト・ハンドオフにあるモバイル・ユニットを示す図である。

【図4】本発明に依る無線通信システムに対するプロトコル・スタックを示す図であり、図4のAはフレーム選択／分配機能要素、無線リンク・プロトコル機能及び相互作用機能要素（interworking function; IWF）を示し、図4のBは基地局を示し、図4のCはモバイル・ユニットを示す。

【図5】モバイル・ユニットの順方向リンク・データ転送シナリオを示す図であり、図5のAはアクティブ状態を示し、図5のBは停止状態を示す。

【図6】順方向リンク主転送シナリオを示す図である。

【図7】逆方向リンク転送シナリオを示す図である。

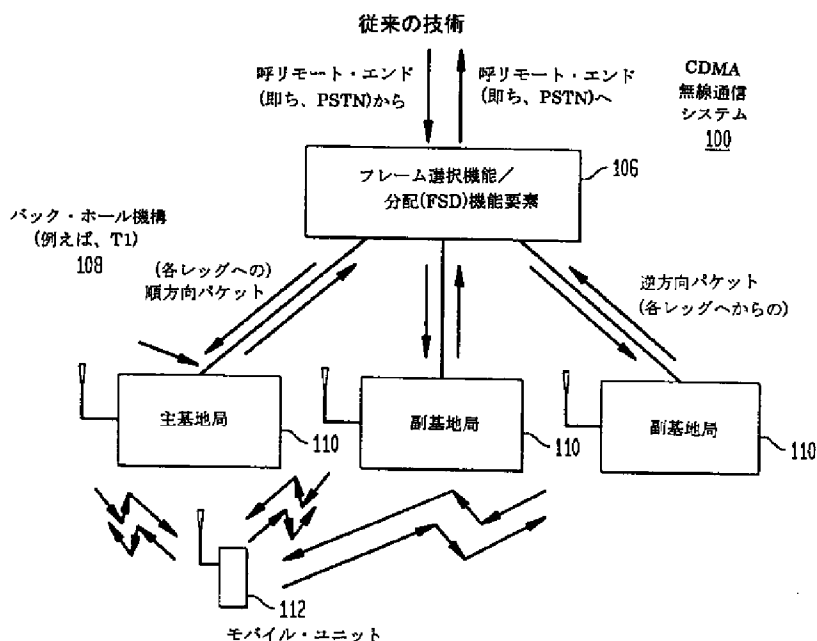
【図8】順方向リンクが単方向（一方向接続）であり、逆方向リンクが双方向ソフト・ハンドオフである例を示す図である。

【図9】順方向リンクが完全にアクティブではなく、逆方向リンクが双方向ソフト・ハンドオフである例を示す図である。

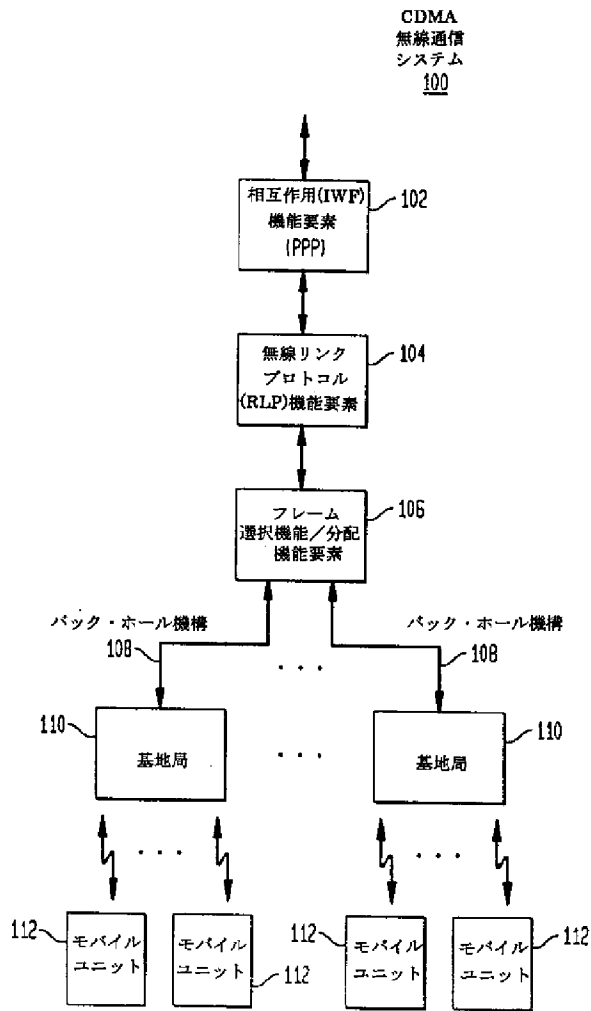
【符号の説明】

- 100 CDMA無線通信システム
- 102 相互作用（IWF）機能要素（PPP）
- 104 無線リンク・プロトコル（RLP）機能要素
- 106 フレーム選択機能／分配（FSD）機能要素
- 108 バック・ホール機構
- 110 基地局
- 112 モバイル・ユニット
- 302 モバイル・ユニット
- 304 基地局

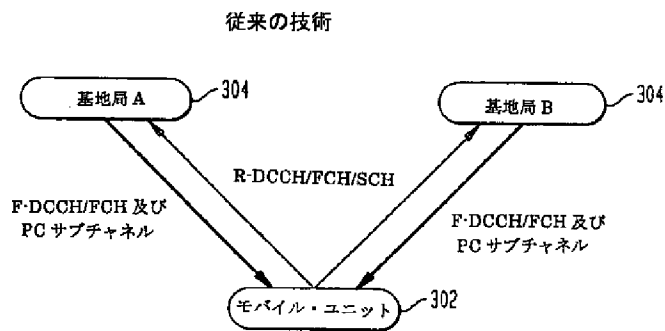
【図2】



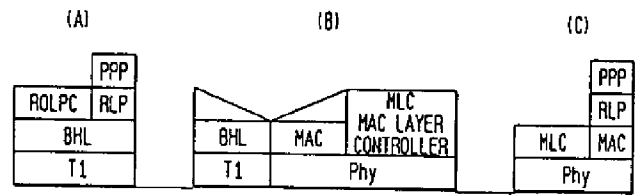
【図 1】



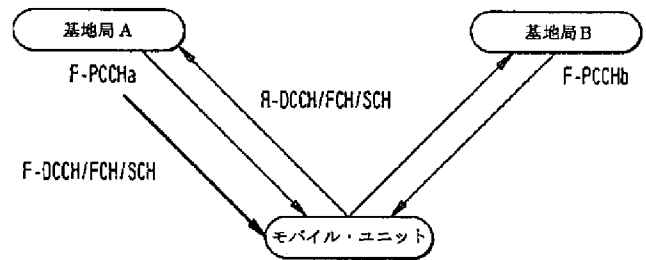
【図 3】



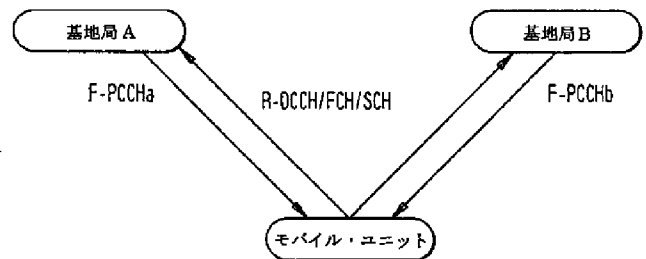
【図 4】



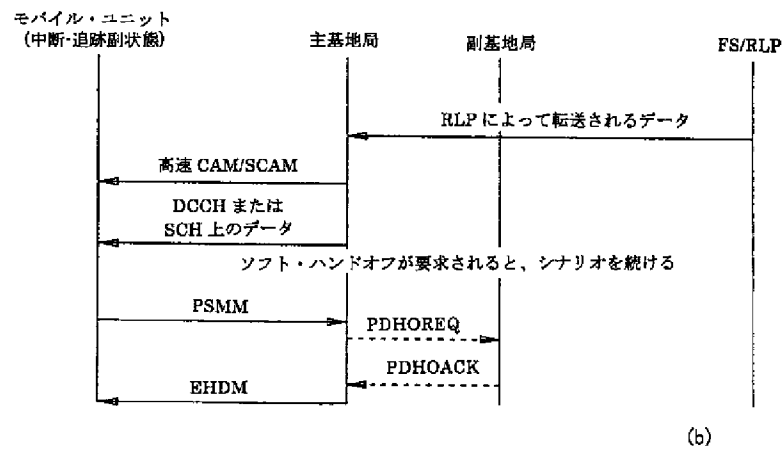
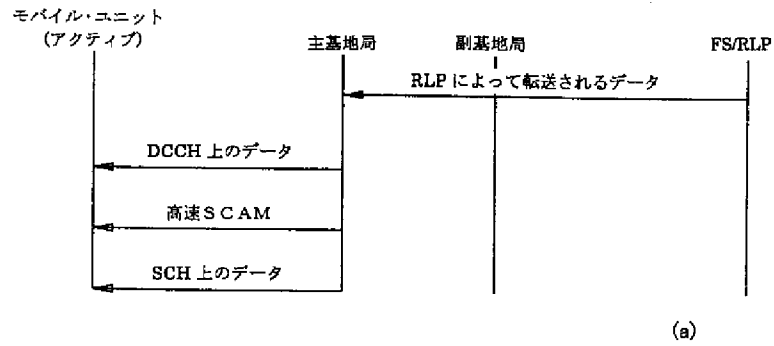
【図 8】



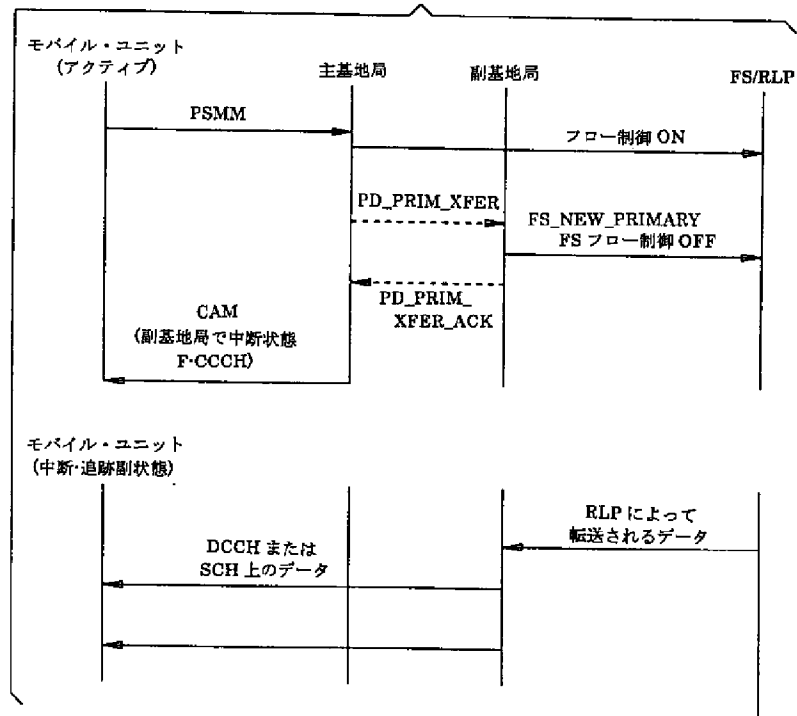
【図 9】



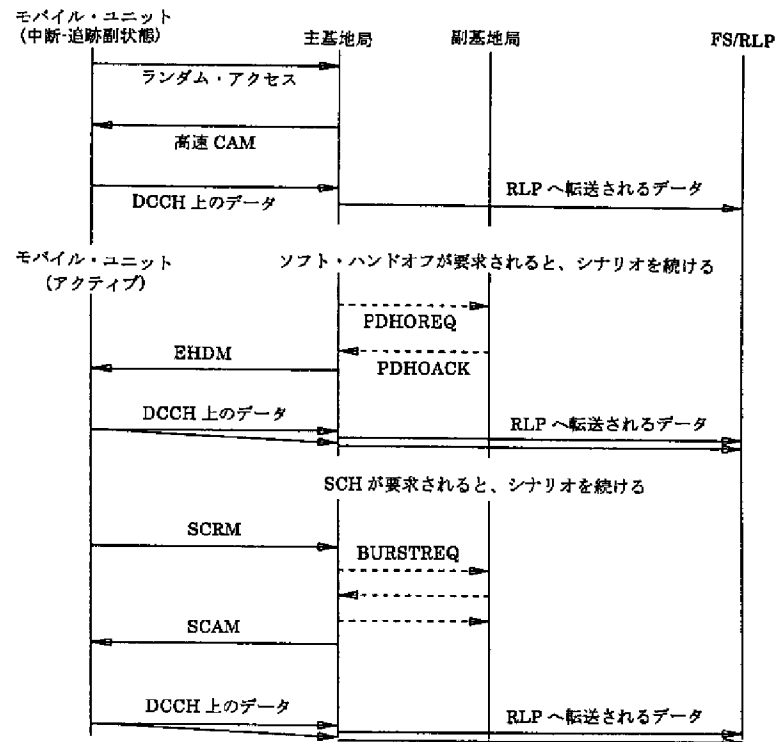
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,
Murray Hill, New Jersey 07974-0636 U. S. A.

(72)発明者 サラス クーマー

アメリカ合衆国、07724 ニュージャージー
ー、イートンタウン、ウェッジウッド サ
ークル 68

(72)発明者 サンジフ ナンダ

アメリカ合衆国、08510 ニュージャージー
ー、クラークバーク、ロビンス ロード
34

(72)発明者 ハーベイ ラビン

アメリカ合衆国、07960 ニュージャージー
ー、タウンシップ オブ モリス、ブルッ
クフィールド ウェイ 26

(72)発明者 スタンリー ビテスキー

アメリカ合衆国、07054 ニュージャージー
ー、パーシッパニー、リザボール ロード

1. Title of Invention

Low Back Haul Reactivation Delay For High-Speed Packet Data Services in CDMA Systems

2. Claims

1000

Kumar 11-36-24-6

31

Claims

1. A wireless communications method, comprising the steps of:
 - (a) receiving at a first base station of a wireless communications system one or more frames of reverse-link data over an air interface;
 - 5 (b) assigning at the first base station a time tag to each frame of reverse-link data;
 - (c) dividing at the first base station each frame of reverse-link user data into one or more reverse-link data packets;
 - (d) assigning at the first base station a sequence number to each reverse-link data packet;
 - (e) transmitting the one or more reverse-link data packets from the first base station to a data
10 selection function of the wireless communications system; and
 - (f) determining by the data selection function whether to include each reverse-link data packet received from the first base station into one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of the assigned time tag and the assigned sequence number.
2. The invention of claim 1, wherein the wireless communications system is an IS-95 CDMA
15 system and the data selection function is part of a frame selection/distribution (FSD) / radio link protocol (RLP) function.
3. The invention of claim 1, further comprising the steps of:
 - (g) receiving at a second base station of the wireless communications system the one or more
frames of reverse-link data;
 - 20 (h) assigning at the second base station a time tag to each frame of reverse-link data;
 - (i) dividing at the second base station each frame of reverse-link user data into one or more reverse-link data packets;
 - (j) assigning at the second base station a sequence number to each reverse-link data packet;
 - (k) transmitting the one or more reverse-link data packets from the second base station to the
25 data selection function, wherein the data selection function determines whether to include each

reverse-link data packet received from the first and second base stations into the one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of the assigned time tag and the assigned sequence number.

4. The invention of claim 3, wherein the first and second base stations transmit the one or more reverse-link data packets to the data selection function without first synchronizing timing with each other.

5. The invention of claim 1, wherein the time tag corresponds to a global positioning system (GPS) time.

6. The invention of claim 1, wherein the sequence number for a particular reverse-link data packet is a function of the amount of data in all previous reverse-link data packets for the corresponding frame.

7. The invention of claim 1, wherein step (a) further comprises the steps of:

(1) receiving at the first base station over the air interface a message indicating that a mobile unit has the reverse-link data to transmit;

(2) transmitting and receiving at the first base station one or more messages to coordinate a transmission rate with one or more other base stations of the wireless communications system; and

(3) transmitting a transmission rate message from the first base station over the air interface without first synchronizing timing between the first base station and the one or more other base stations.

8. The invention of claim 1, further comprising the steps of:

(g) receiving forward-link data at a data distribution function of the wireless communications system;

(h) transmitting the forward-link data from the data distribution function using packet-mode transmissions to only the first base station; and

(i) determining at the first base station whether to transmit the forward-link data over the air interface using a fundamental channel or a supplemental channel.

9. The invention of claim 8, wherein:

functionality for retransmitting the forward-link data over the air interface, as needed, is implemented at a network side of a communications link between the data distribution function and the first base station; and

5 functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

10 10. The invention of claim 9, wherein the functionality for controlling the transmission of the forward-link data over the air interface comprises at least one of physical layer framing and re-segmentation, error detection and correction of air interface messages, channel encoding, multiplexing of multiple streams, encryption, determination of air interface transmission rates, and scheduling of the transmission.

11. The invention of claim 1, wherein the assigned time tag is used to perform a reverse outer-loop power control function.

12. A wireless communications system, comprising a first base station configured to:

- 15 (a) receive one or more frames of reverse-link data over an air interface;
- (b) assign a time tag to each frame of reverse-link data;
- (c) divide each frame of reverse-link user data into one or more reverse-link data packets; and
- (d) assign a sequence number to each reverse-link data packet.

20 13. The invention of claim 12, further comprising a data selection function in communication with the first base station, wherein:

the first base station is further configured to:

- (e) transmit the one or more reverse-link data packets to the data selection function; and

the data selection function is configured to:

(f) determine whether to include each reverse-link data packet received from the first base station into one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of the assigned time tag and the assigned sequence number.

14. The invention of claim 13, wherein the wireless communications system is an IS-95
5 CDMA system and the data selection function is part of an FSD/RLP function.

15. The invention of claim 13, further comprising a second base station configured to:

(g) receive the one or more frames of reverse-link data;

(h) assign a time tag to each frame of reverse-link data;

(i) divide each frame of reverse-link user data into one or more reverse-link data packets;

10 (j) assign a sequence number to each reverse-link data packet; and

(k) transmit the one or more reverse-link data packets to the data selection function, wherein the data selection function is configured to determine whether to include each reverse-link data packet received from the first and second base stations into the one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of the assigned time tag and the assigned sequence number.

15 16. The invention of claim 15, wherein the first and second base stations are configured to transmit the one or more reverse-link data packets to the data selection function without first synchronizing timing with each other.

17. The invention of claim 13, further comprising a data distribution function configured to:

(g) receive forward-link data; and

20 (h) transmit the forward-link data using packet-mode transmissions to only the first base station, wherein the first base station is further configured to:

(i) determine whether to transmit the forward-link data over the air interface using a fundamental channel or a supplemental channel.

18. The invention of claim 17, wherein:

functionality for retransmitting the forward-link data over the air interface, as needed, is implemented at a network side of a communications link between the data distribution function and the first base station; and

5 functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

19. The invention of claim 18, wherein the functionality for controlling the transmission of the forward-link data over the air interface comprises at least one of physical layer framing and re-segmentation, error detection and correction of air interface messages, channel encoding, multiplexing of multiple streams, encryption, determination of air interface transmission rates, and
10 scheduling of the transmission.

20. The invention of claim 13, wherein the assigned time tag is used to perform a reverse outer-loop power control function.

21. The invention of claim 12, wherein the time tag corresponds to a GPS time.

22. The invention of claim 12, wherein the sequence number for a particular reverse-link data
15 packet is a function of the amount of data in all previous reverse-link data packets for the corresponding frame.

23. The invention of claim 12, wherein the first base station is further configured to:

(1) receive over the air interface a message indicating that a mobile unit has the reverse-link data to transmit;

20 (2) transmit and receive one or more messages to coordinate a transmission rate with one or more other base stations of the wireless communications system; and

(3) transmit a transmission rate message over the air interface without first synchronizing timing between the first base station and the one or more other base stations.

24. A wireless communications system, comprising a data selection function configured to:

25 (a) receive one or more reverse-link data packets from a first base station; and

(b) determine whether to include each reverse-link data packet received from the first base station into one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of an assigned time tag and an assigned sequence number corresponding to each reverse-link data packet.

5 25. The invention of claim 24, wherein the wireless communications system is an IS-95 CDMA system and the data selection function is part of an FSD/RLP function.

26. The invention of claim 24, wherein the data selection function is further configured to:

(c) receive one or more reverse-link data packets from a second base station, each reverse-link data packet having an assigned time tag and an assigned sequence number; and

10 (d) determine whether to include each reverse-link data packet received from the first and second base stations into the one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of the assigned time tag and the assigned sequence number.

27. The invention of claim 24, further comprising a data distribution function configured to:

(d) receive forward-link data; and

15 (e) transmit the forward-link data using packet-mode transmissions to only the first base station, wherein the first base station is further configured to:

(f) determine whether to transmit the forward-link data over the air interface using a fundamental channel or a supplemental channel.

28. The invention of claim 27, wherein:

20 functionality for retransmitting the forward-link data over the air interface, as needed, is implemented at a network side of a communications link between the data distribution function and the first base station; and

functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

25 29. The invention of claim 28, wherein the functionality for controlling the transmission of the forward-link data over the air interface comprises at least one of physical layer framing and re-segmentation, error detection and correction of air interface messages, channel encoding,

multiplexing of multiple streams, encryption, determination of air interface transmission rates, and scheduling of the transmission.

30. The invention of claim 24, wherein the assigned time tag is used to perform a reverse outer-loop power control function.

5 31. The invention of claim 24, wherein the time tag corresponds to a GPS time.

32. The invention of claim 24, wherein the sequence number for a particular reverse-link data packet is a function of the amount of data in all previous reverse-link data packets for the corresponding frame.

33. A wireless communications method, comprising the steps of:

10 (a) receiving forward-link data at a data distribution function of a wireless communications system;

(b) transmitting the forward-link data from the data distribution function using packet-mode transmissions to only a first base station of the wireless communications system; and

15 (c) transmitting the forward-link data from the first base station over an air interface, wherein: functionality for retransmitting the forward-link data over the air interface, as needed, is implemented at a network side of a communications link between the data distribution function and the first base station; and

functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

20 34. The invention of claim 33, wherein the functionality for controlling the transmission of the forward-link data over the air interface comprises at least one of physical layer framing and re-segmentation, error detection and correction of air interface messages, channel encoding, multiplexing of multiple streams, encryption, determination of air interface transmission rates, and scheduling of the transmission.

25 35. The invention of claim 33, wherein the data distribution function transmits the forward-link data to the first base station in individually addressable data units.

36. The invention of claim 35, wherein each data unit corresponds to one byte of forward-link data.

37. A wireless communications system comprising a data distribution function in communication with a first base station, wherein:

5 the data distribution function is configured to:

(a) receive forward-link data; and

(b) transmit the forward-link data using packet-mode transmissions to only the first base station; and

10 the first base station is configured to transmit the forward-link data over an air interface, wherein:

functionality for retransmitting the forward-link data over the air interface, as needed, is implemented at a network side of a communications link between the data distribution function and the first base station; and

15 functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

38. The invention of claim 37, wherein the functionality for controlling the transmission of the forward-link data over the air interface comprises at least one of physical layer framing and re-segmentation, error detection and correction of air interface messages, channel encoding, multiplexing of multiple streams, encryption, determination of air interface transmission rates, and scheduling of the transmission.

39. The invention of claim 37, wherein the data distribution function transmits the forward-link data to the first base station in individually addressable data units.

40. The invention of claim 39, wherein each data unit corresponds to one byte of forward-link data.

25 41. A base station for a wireless communications system, wherein the base station is configured to:

(a) receive forward-link data; and

(b) transmit the forward-link data over an air interface, wherein functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

5 42. The invention of claim 41, wherein the functionality for controlling the transmission of the forward-link data over the air interface comprises at least one of physical layer framing and re-segmentation, error detection and correction of air interface messages, channel encoding, multiplexing of multiple streams, encryption, determination of air interface transmission rates, and scheduling of the transmission.

10 43. The invention of claim 41, wherein the base station receives the forward-link data in individually addressable data units.

 44. The invention of claim 43, wherein each data unit corresponds to one byte of forward-link data.

3. Detailed Description of Invention

**LOW BACK HAUL REACTIVATION DELAY FOR HIGH-SPEED PACKET DATA
SERVICES IN CDMA SYSTEMS**

Field Of The Invention

5 The present invention relates to telecommunications, and, in particular, to wireless communications systems conforming to a code-division, multiple-access (CDMA) standard, such as the cdma2000 standard of the IS-95 family of CDMA wireless standards.

Cross-Reference To Related Applications

10 This application is one of a set of U.S. patent applications consisting of Serial No. 09/xxx,xxx filed as attorney docket no. Kumar 12-5-11, Serial No. 09/xxx,xxx filed as attorney docket no. Kumar 11-36-24-6, Serial No. 09/xxx,xxx filed as attorney docket no. Kumar 13-37-25-8, and Serial No. 09/xxx,xxx filed as attorney docket no. Berliner 4-26, all of which were filed on the same date and the teachings of all of which are incorporated herein by reference.

Description Of The Related Art

15 Fig. 1 shows a block diagram of a conventional CDMA wireless communications system 100. Communications system 100 is assumed to conform to the cdma2000 standard in the IS-95 family of CDMA wireless standards, although the present invention is not necessarily so limited. Communications system 100 comprises an interworking function (IWF) 102 connected to a radio link protocol (RLP) function 104, which is in turn connected to a frame selection/distribution (FSD) function 106, which is in turn connected to one or more base stations 110 via back haul facilities 108 (e.g., T1 lines). Depending on the specific implementation, IWF function 102, RLP function 104, and FSD function 106 may be, but need not be, physically separate functions.

20 Each base station 110 is capable of simultaneously supporting wireless communications with one or more mobile units 112. FSD function 106 performs a forward-link frame distribution function in which frames of data corresponding to user messages are distributed to the various base stations. In addition, FSD function 106 performs a reverse-link frame selection function in which frames of data received from the various base stations are processed for forwarding on to RLP function 104. In the forward-link direction, RLP function 104 segments user messages received from IWF function 102 into frames of data for distribution by FSD function 106. In the reverse-link direction, RLP function 104 reassembles packets of data received from FSD function 106 into

user messages for forwarding on to IWF function 102. IWF function 102 implements a high-level point-to-point protocol (PPP) to perform certain centralized functions for communications system 100 to coordinate and control operations at the various base stations 110. IWF function 102 also functions as the interface between communications system 100 and other communications systems (not shown) to provide a full range of telecommunications services to the mobile units, including voice communications with a remote end unit and/or data communications with a computer server or other nodes of a computer network.

As used in this specification, the term "mobile unit" as well as its synonyms "mobile user," "mobile," and "user," will all be understood to refer to any end node communicating via wireless transmissions with one or more base stations of a wireless communications system, whether that end node is actually mobile or stationary. Also, as used in this specification, the term "base station" is synonymous with the terms "call leg" (or "leg" for short) and "cell site" (or "cell" for short).

The cdma2000 standard supports different modes of data communications. For relatively low rates of data messaging, a fundamental channel (FCH) can handle both signaling and data messaging. Signaling refers to the communications between a mobile and a base station that are used by the mobile and the base station to control the communications links between them, while messaging refers to the information passed through the base station to and from the end nodes of those communications, where the mobile is one of those end nodes. For high-rate data messaging, a supplemental channel (SCH) can be used for data messaging, while the fundamental channel handles the signaling between the mobile and the base station. Alternatively, when an SCH is used for data messaging, the signaling between the mobile and the base station can be handled by a special communications channel called a dedicated control channel (DCCH), which requires less power to transmit than an FCH, which is designed to handle low-rate data messaging in addition to signaling.

Fig. 2 shows a functional block diagram of a portion of communications system 100 of Fig. 1 for a mobile unit 112 operating in soft handoff with three base stations 110. Soft handoff refers to a situation in which a mobile unit is simultaneously communicating with two or more base stations, each of which is referred to as a call leg of those communications. Frame selection/distribution function 106 supports the soft handoff communications between mobile unit 112 and the three base stations 110.

During normal voice communications, mobile 112 transmits voice messages using a reverse-link fundamental channel. Each of the three base stations 110 in soft handoff with mobile 112 receives the reverse-link FCH, accumulates voice messages into reverse-link packets, and transmits the reverse-link packets over back haul 108 to FSD function 106. FSD function 106 receives the reverse-link packets from all three base stations, identifies sets of corresponding reverse-link packets (one reverse-link packet from each base station corresponding to the same voice messages received from the mobile), and selects one reverse-link packet from each set of corresponding reverse-link packets to transmit to the rest of the wireless system for eventual transmission to the remote end of the call (e.g., a connection with a regular PSTN user or possibly another mobile unit in communications system 100).

At the same time, FSD function 106 receives forward-link packets containing voice messages from the remote end of the call intended for mobile unit 112. FSD function 106 distributes copies of each forward-link packet to all of the base stations currently in soft handoff with the mobile. Each base station transmits the forward-link packets to mobile unit 112 using a different forward-link fundamental channel. Mobile unit 112 receives all three forward-link FCHs and combines corresponding voice messages from all three forward-link FCHs to generate the audio for the person using mobile unit 112.

The timing of the distribution of the copies of the forward-link packets from FSD function 106 to the three base stations is critical, because mobile unit 112 needs to receive each set of corresponding voice messages from all three forward-link signals within a relatively short period of time in order to be able to combine all of the corresponding voice messages together. Similarly, FSD function 106 needs to receive all of the corresponding reverse-link packets from the different base stations within a relatively short period of time in order to coordinate the selection of packets for further processing.

In order to satisfy these forward-link and reverse-link timing requirements, whenever a new call leg is added at a base station (i.e., whenever a new base station begins communications with a particular mobile unit in soft handoff), special synchronization procedures are performed between the base station and FSD function 106, e.g., in order to ensure proper synchronization of that base station's forward-link transmissions with the forward-link transmissions from the other base stations currently participating in soft handoff with the mobile. These synchronization procedures involve specific communications back and forth between the base station and the FSD function over the back haul.

Although a fundamental channel can support some modest amount of data messaging in addition to voice messaging, the cdma2000 standard also supports high-speed data messaging via supplemental channels. According to the cdma2000 standard, since data messaging is typically bursty (i.e., intermittent), as opposed to the continuousness of voice messaging, supplemental channels are established and maintained only for the duration of each data burst. During a burst of data messaging via an assigned SCH, the mobile unit is said to be in an active state. Between bursts of data messaging when no SCH is currently assigned, but when an FCH (or DCCH) is assigned, the mobile unit is said to be in a control hold state. When no dedicated air interface channels are assigned, the mobile unit is said to be in a suspended state.

10 Analogous to the use of a fundamental channel for voice and/or low-speed data messaging, high-speed reverse-link data messages are transmitted by mobile unit 112 using a reverse-link supplemental channel. Each base station currently operating in soft handoff with the mobile unit receives the reverse-link SCH and generates reverse-link packets of data messages for transmission to FSD function 106 via the back haul. FSD function 106 receives the reverse-link packets from all
15 of the base stations and selects appropriate reverse-link packets for transmission to the remote end of the call (which, in the case of data messaging, may be a computer server).

Similarly, FSD function 106 receives forward-link packets of data messages intended for mobile unit 112 and coordinates the distribution of those forward-link packets via the back haul to the appropriate base stations for coordinated transmission to the mobile via assigned forward-link
20 supplemental channels. In addition to the synchronization processing between each base station and FSD function 106 required to meet the timing requirements for receiving messages at the mobile, in data communications, the base stations need to coordinate their operations to ensure that they all transmit their forward-link SCHs to the mobile at the same data rate. This requires the base stations to communicate with one another via the back haul whenever a new burst of forward-
25 link data is to be transmitted to the mobile unit requiring new SCHs to be assigned.

The reactivation time is the time that it takes to change the status of a mobile unit from either the suspended state or the control hold state to the active state in which a high-data-rate air interface channel is assigned. In the suspended state, no dedicated air interface channel is assigned to the mobile unit. In the control hold state, the mobile unit is assigned only a dedicated power control and signaling channel. In prior-art IS-95 CDMA systems, the reactivation time includes the
30 time required to assign a new channel to the mobile and the time required to synchronize each base station with the frame selection/distribution function. When the new channel is a supplemental

channel to be used for data transmission to a mobile unit in soft handoff, the reactivation time also includes the time required for the different base stations to coordinate their forward-link transmission data rates. In general, the longer the reactivation time, the lower the data throughput of the wireless system. As such, it is desired to keep reactivation time as low as practicable.

5 The back-end architecture, also referred to as the back haul, for prior-art IS-95 CDMA wireless systems is based on providing voice service in a wireless environment that supports soft handoff (SHO) on both forward and reverse links. Voice service is implemented using a vocoding function that is provided, for example, in the centralized location of the mobile switching center (MSC), and these resources need to be assigned and freed as calls are set up and cleared. The
10 prior-art voice-oriented back haul is also used to provide circuit-switched data service and has also been applied to packet data service. The rationale for using the existing voice-oriented back haul for packet data service is to save on development cost and time, because much of the existing structure and operation can be reused. The penalty, though, is to force larger-than-necessary delays on the packet service because of the many set up, clearing, and synchronization operations that are
15 carried through to the packet service, which result in large reactivation times during packet data service.

Problems With Using Existing Back Haul Architectures for Packet Data Service

The following problems occur when the existing circuit-oriented techniques for back haul transport are used to support packet data, rather than the voice and circuit-mode data applications
20 they are designed to handle.

1. When a mobile call is initially set up, a frame selection/distribution function is chosen by the wireless system software to service the call, and an initialization and synchronization procedure occurs between the FSD function and the base station serving the call. The synchronization
25 procedure involves exchanging null (no information) packets between the FSD function and the (primary) cell for a number of 20-millisecond intervals, until synchronization is achieved. Timing adjustment messages may need to be exchanged between the primary cell and the FSD function before synchronization can be achieved.

These procedures add unnecessary delay when applied to a packet data call. Packet data calls are generally more tolerant to transmission delays than are voice or circuit-mode data calls. If
30 the circuit-oriented initialization procedure is applied to a packet data call, an extra delay is added

to the time it would otherwise take to bring the user from a suspended state, in which no air interface channels are assigned to the user, to an active state, in which at least one air interface channel is assigned, and the mobile user can begin sending user messages to the FSD function.

2. When secondary legs are added to a call, interactions between the secondary cells and the FSD function need to occur before user messages can be transferred from a secondary leg to the FSD function. Hence, these circuit-oriented procedures on the back haul add delay when legs are added to a call.

3. FSD function transmissions to the cell are synchronized to the 20-millisecond boundaries of the air interface transmissions. This arrangement, among other things, avoids contention and delay at the cells, and saves on the memory that would otherwise be needed to buffer user messages before their transmission over the air interface. User messages arrive at the cell at just about the time they need to be transmitted over the air interface. Such synchronization is required for voice calls, but might not be required for data calls, unless the forward link of the data call has multiple call legs, in which case, synchronization is required, since all legs must transmit a given user message over the air interface at precisely the same time instant. Also, like all circuit-oriented procedures, when used to transport packet data having bursty arrival statistics, back haul bandwidth is wasted.

4. The radio link protocol as currently defined in standards (e.g., Interim Standard IS-707) performs the function of ensuring reliable exchange of user messages between the network and the mobile unit. It has provisions to retransmit data received in error, or data missed by the receiver, and also to discard duplicate received messages. Prior art for this protocol is to have the network-based end of the RLP function coordinate its transmission of information to the base station with the rate and format used to transmit user messages over the air. For circuit-mode data, this arrangement works well, because the rate and format are determined when the call is established, and do not change during the call. However, for a high data rate packet mode data service, the scarce air interface resource is assigned only when there is data to exchange with the mobile user. The air interface channels are allocated and de-allocated as needed by the various packet data users. Hence, prior art demands that the network-based RLP function coordinate its transmission of data with the base stations prior to sending data to the base stations. This coordination means that delay is added between the time user data arrives at the RLP function and the time the data is sent to the base stations for transmission over the air to the user. Furthermore, if a packet data user is inactive for a relatively long period of time (a parameter fixed by each

... vendor, but could be on the order of 30 seconds), prior art would have the RLP functionality disconnect from the mobile user. Hence, when data again needs to be exchanged with the mobile user, an additional time delay is incurred to re-initialize the mobile unit with the RLP function.

These enumerated problems point out that applying the circuit mode back haul procedures of the prior art to a high-speed packet data (HSPD) service causes substantial delays to the high-speed packet data service. It is therefore desirable to design a back haul architecture that (a) is optimized for packet data service and (b) minimizes the reactivation time of users due to back haul procedures.

Power Control

According to the cdma2000 standard, each base station 110 monitors the receive power level of the reverse-link channel signals transmitted by mobile unit 112. Each different forward-link FCH (or forward-link DCCH) transmitted from each base station to the mobile contains a periodically repeated power control (PC) bit that indicates whether that base station believes the mobile should increase or decrease the transmit power level of its reverse-link channel signals. If the current PC bits in a forward-link FCH indicate that the mobile should decrease its transmit power level, the mobile will decrease its transmit power level, even if the current PC bits in all of the other forward-link FCHs from the other legs of the soft handoff indicate that the mobile should increase its power level. Only when the current PC bits in the forward-link FCHs from all of the legs indicate that the mobile should increase its transmit power level will the mobile do so. This power control technique enables the mobile to transmit at a minimal acceptable power level in order to maintain communications while efficiently using the possibly limited power available at the mobile and reducing the possibility of interference at the base stations with reverse-link signals transmitted from other mobile units.

Fig. 3 shows a mobile unit 302 in soft handoff with two base stations 304 during conventional reverse-link data transmissions from the mobile unit. According to the prior-art IS-95 standards, a symmetric active set must be maintained by the forward and reverse links. In other words, the set of base stations currently participating in soft handoff with a particular mobile unit in the forward-link direction must be identical to the set of base stations currently participating in soft handoff with that same mobile unit in the reverse-link direction.

The soft handoff situation shown in Fig. 3 satisfies this requirement. In particular, in the forward link, each base station 304 simultaneously transmits in the forward-link direction using either a forward dedicated control channel (F-DCCH) or a forward fundamental channel (F-FCH). At the same time, mobile unit 302 transmits in the reverse-link direction using a reverse DCCH, a reverse FCH, and/or a reverse supplemental channel, and those reverse-link signals are simultaneously received and processed in parallel at both base stations. Thus, the active set for the forward link (i.e., base stations A and B) is identical to the active set for the reverse link. During the active state, each base station generates power control bits constituting a power control sub-channel that is multiplexed (i.e., punctured) either on the corresponding F-DCCH or on the corresponding F-FCH, depending on which channel is present.

Summary Of The Invention

The present invention is directed to a back haul architecture that effectively reduces the reactivation times for both forward-link and reverse-link data transmissions over CDMA wireless communications systems, by relying on packet-mode transmissions over the back haul between a frame selection/distribution (FSD) function and the appropriate base stations for both forward-link data and reverse-link data. In particular, for the forward direction, the FSD function transmits forward-link data only to one base station (i.e., the primary base station), which is solely responsible for controlling the forward-link air interface with the corresponding mobile unit. As such, the forward link always operates in simplex mode for data transmissions, independent of how many base stations are operating in soft handoff for the reverse link with the same mobile unit. For the reverse direction, each base station that receives frames of reverse-link data from the mobile unit, assigns a time tag to the frame, divides the frame into one or more data packets, assigns a different sequence number to each data packet, and transmits the data packets to the FSD function over the back haul, all without first synchronizing time with any other base station that is also operating in reverse-link soft hand-off with that mobile unit. The FSD function (or preferably the radio link protocol (RLP) function) is then responsible for selecting packets of reverse-link data for subsequent processing (e.g., transmission to the network end of the connection). By limiting forward-link data transmissions to simplex mode and using packet-mode transmissions for reverse-link data, the need to first synchronize timing between the various base stations is eliminated for both forward-link and reverse-link data transmissions. As a result, reactivation delays are greatly reduced.

In one embodiment, the present invention is a wireless communications method, comprising the steps of (a) receiving at a first base station of a wireless communications system one or more frames of reverse-link data over an air interface; (b) assigning at the first base station a time tag to each frame of reverse-link data; (c) dividing at the first base station each frame of reverse-link user data into one or more reverse-link data packets; (d) assigning at the first base station a sequence number to each reverse-link data packet; (e) transmitting the one or more reverse-link data packets from the first base station to a data selection function of the wireless communications system; and (f) determining by the data selection function whether to include each reverse-link data packet received from the first base station into one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of the assigned time tag and the assigned sequence number.

The method preferably further comprises the steps of (g) receiving forward-link data at a data distribution function of the wireless communications system; (h) transmitting the forward-link data from the data distribution function using packet-mode transmissions to only the first (i.e., primary) base station; and (i) determining at the first base station whether to transmit the forward-link data over the air interface using a fundamental channel or a supplemental channel.

In another embodiment, the present invention is a wireless communications system, comprising a first base station configured to (a) receive one or more frames of reverse-link data over an air interface; (b) assign a time tag to each frame of reverse-link data; (c) divide each frame of reverse-link user data into one or more reverse-link data packets; and (d) assign a sequence number to each reverse-link data packet.

In another embodiment, the present invention is a wireless communications system, comprising a data selection function configured to (a) receive one or more reverse-link data packets from a first base station; and (b) determine whether to include each reverse-link data packet received from the first base station into one or more reconstructed frames of reverse-link data based on at least one of an assigned time tag and an assigned sequence number corresponding to each reverse-link data packet.

In another embodiment, the present invention is a wireless communications method, comprising the steps of (a) receiving forward-link data at a data distribution function of a wireless communications system; (b) transmitting the forward-link data from the data distribution function using packet-mode transmissions to only a first base station of the wireless communications

system; and (c) transmitting the forward-link data from the first base station over an air interface, wherein functionality for retransmitting the forward-link data over the air interface, as needed, is implemented at a network side of a communications link between the data distribution function and the first base station; and functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

In another embodiment, the present invention is a wireless communications system comprising a data distribution function in communication with a first base station. The data distribution function is configured to (a) receive forward-link data; and (b) transmit the forward-link data using packet-mode transmissions to only the first base station. The first base station is configured to transmit the forward-link data over an air interface, wherein functionality for retransmitting the forward-link data over the air interface, as needed, is implemented at a network side of a communications link between the data distribution function and the first base station; and functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

In another embodiment, the present invention is a base station for a wireless communications system, wherein the base station is configured to (a) receive forward-link data; and (b) transmit the forward-link data over an air interface, wherein functionality for controlling transmission of the forward-link data over the air interface is implemented at the first base station.

Brief Description Of The Drawings

Other aspects, features, and advantages of the present invention will become more fully apparent from the following detailed description, the appended claims, and the accompanying drawings in which:

Fig. 1 shows a block diagram of a conventional CDMA wireless communications system;

Fig. 2 shows a functional block diagram of a portion of the communications system of Fig. 1 for a mobile unit operating in soft handoff with three base stations;

Fig. 3 shows a mobile unit in soft handoff with two base stations during conventional reverse-link data transmissions from the mobile unit;

Figs. 4A-C show representations of the protocol stacks for (A) a frame selection/distribution function, a radio link protocol function, and an interworking function, (B) a

base station, and (C) a mobile unit, respectively, for a wireless communications system in accordance with the present invention;

Figs. 5A-B show representations of forward-link data transfer scenarios for mobiles in active and suspended states, respectively;

5 Fig. 6 shows a representation of a forward-link primary transfer scenario;

Fig. 7 shows a representation of reverse-link scenarios;

Fig. 8 shows a representation of an example where the forward link is in simplex (one-way connection) and the reverse link is in two-way soft handoff; and

10 Fig. 9 shows a representation of an example where the forward link is not active at all and the reverse link is in two-way soft handoff.

Detailed Description

Communications systems of the present invention implement a wireless packet data approach that achieves low reactivation times when a supplemental channel is set up on a call to send a burst of packet data. According to this approach, when a mobile unit is otherwise operating in soft handoff, a forward supplemental channel (F-SCH) is not set up with multiple soft handoff
15 legs for forward-link transmissions, but rather uses a single leg to perform the high-speed forward-link transmissions of user data in simplex mode. For reverse-link soft handoff transmissions, the user data is carried by a reverse SCH (R-SCH) on each of multiple legs to a frame selection/distribution (FSD) function. This approach defines a single FSD function to handle both
20 the signaling and the SCH data packets and also defines packet-oriented semantics for its connection to the call legs. According to this approach, the power control information, previously specified by CDMA wireless standards like IS-95B/C to be carried on a forward-link signaling channel (i.e., either an F-FCH or an F-DCCH), is instead carried on the common power control channel (PCCH) that is shared with other mobiles.

25 The present approach addresses the problems described earlier related to using the voice-oriented back haul architectures of prior-art IS-95 wireless communications systems to support packet data service. Communications systems according to the present invention support soft handoff only on the reverse link and not on forward link. Note that softer handoff (i.e., between different sectors of the same cell site) is allowed on the forward link, since softer handoff is

implemented independently at individual base stations. Communications systems of the present invention use a connection-less back haul with a centralized FSD function, where the conventional RLP function in the forward direction is divided into two pieces and distributed between the FSD function and the medium access control (MAC) function in the base station. In particular, the conventional RLP retransmission function is handled at the FSD function, while the physical layer framing and resegmentation, CRC (error detection and correction), channel encoding, multiplexing of multiple streams, and any encryption functions, as well as scheduling and determination of transmission rate, are all handled at the base station MAC function.

Figs. 4A-C show representations of the protocol stacks for (A) an FSD function, an RLP function, and an IWF function, (B) a base station, and (C) a mobile unit, respectively, for a wireless communications system in accordance with the present invention. A protocol stack provides a representation of the hierarchy of functions implemented at particular system component. Figs. 4A-C show the following protocols:

- o T1 represents the protocol that controls the modulation/demodulation, encoding/decoding, and transmission/receipt of signals over the physical connection (e.g., a hardwired T1 link) between the FSD function and the base station.
- o Phy represents the protocol that controls the modulation/demodulation, encoding/decoding, and transmission/receipt of signals over the physical connection (i.e., the air link) between the base station and the mobile.
- o BHL represents the back haul link, the protocol that directly controls the transmission of user information over the T1 link.
- o Similarly, MAC and MLC represent, respectively, the medium access control function and the MAC layer controller, which collectively and directly control the Phy protocol. In particular, the MAC function controls the physical layer framing and resegmentation, while the MLC controls scheduling and MAC messaging.
- o ROLPC represents the reverse outer-loop power control function. Each base station generates quality-of-service (QoS) data based on the quality of reverse-link signals received from the mobile unit. The ROLPC function processes that QoS data to establish a set point that is communicated to and used by the base stations when they perform the

RILPC (reverse inner-loop power control) function to generate the power control bits for transmission to the mobile.

- o RLP represents the forward-link and reverse-link user message retransmission function, which, according to some embodiments of the present invention, is still implemented by the FSD function. At the mobile, RLP represents the forward-link and reverse-link user message retransmission function as well as all of the other conventional RLP functions (e.g., segmentation and reassembly of user messages; also done by the RLP function at the FSD function).
- o PPP represents the point-to-point protocol, which is the highest level protocol in both the FSD function and the mobile. At the mobile, PPP includes the service provider's user interface that enables the user to send and receive wireless transmissions to and from the mobile.

In preferred embodiments of the present invention, the protocol stack at the mobile is identical to the mobile's protocol stack in prior-art IS-95 systems.

- In communications systems of the present invention, the FSD function forwards the forward-link packets to the primary base station that is in the active set of the corresponding mobile. The forward-link RLP transmit functionality is implemented in a distributed manner between the base station (denoted BS/RLP) and the FSD function (denoted FS/RLP). The FS/RLP function divides incoming forward-link data into segments of size RLP_unit_size and assigns a unique RLP sequence number to each of the segments. The FS/RLP function then forwards the forward-link data to the BS/RLP function along with this sequence number information. Physical layer framing is done by the BS/RLP function. This framing is dependent on the rate assigned by the base station MAC layer. Since there is no soft handoff on the forward link, resources for a data burst need to be allocated at only one cell. This reduces the complexity and delays involved in setting up supplemental channels in soft handoff.

The problems described in the background section are addressed in the present approach as follows:

1. FSD Function Server: Rather than establish an FSD function per call, which requires set up and release operations, a small number of FSD function servers is established. The FSD

function initially selected for a call is not moved, even if primary transfer (i.e., changing the designation of primary cell from one base station to another) occurs.

2. Synchronization on Forward Link: Transmissions from a single leg on the forward link avoids the necessity of synchronizing transmissions from multiple cells. This eliminates the need
5 for maintaining strict timing constraints for transmissions between the FSD function and the base stations, as is the case in the prior art. Delays that result from establishing forward-direction synchronization are avoided.

3. Synchronization on Reverse Link: Unlike voice, where time of arrival is used for frame selection, RLP sequence numbers are used for packet data applications. Since the data users can
10 tolerate more jitter, this eliminates the need for synchronization on the reverse link. Also, since the RLP function provides the equivalent functionality of frame selection by dropping duplicate messages, the frame selection function can be eliminated on the reverse link.

4. FSD function transmissions to the base stations do not need to be synchronized since there
15 is no soft handoff on the forward link and also since data users, unlike voice users, can tolerate larger jitter.

5. Those mobiles that are not currently in the active data transmission mode are kept in the suspended state, and the RLP state information, mobile capability, service option, and current active set information for the forward and reverse links are maintained. A sub-state called the
20 suspended (tracking) state is defined wherein the mobility of the user is tracked and the current active set information is updated. This minimizes the set-up delays when the user comes back into the active state. These procedures eliminate the RLP synchronization overhead for frequently active mobiles.

6. The segmentation functionality is separated from the RLP function. This eliminates the
25 FS/RLP synchronization requirement imposed in the prior-art circuit-oriented architecture and the corresponding delays in setting up the supplemental channels.

To support the above architecture, communications systems of the present invention are provided with the following elements:

(a) Flow control between the base station and the FSD function to prevent the base station buffers from overflowing.

(b) Different priority queues used at the base station for (i) signaling, (ii) retransmission of old RLP data, and (iii) transmission of new RLP data.

(c) Mechanisms that efficiently transfer control from one leg to another in case the mobile receives a much stronger pilot signal from a base station that is not currently the primary.

5 (d) New ROLPC mechanisms since the prior-art ROLPC function is based on an architecture that maintains synchronism across different legs, so user messages from multiple call legs arrive simultaneously at the FSD function. In embodiments of the present invention, the base station stamps the current GPS (global positioning system) time on each reverse frame received. The timestamps on frames received from multiple legs are then used in deciding on frame erasures and
10 updating the ROLPC set point.

(e) A new packet-mode FSD function that keeps a record for each of the mobiles in either an active or suspended state with the following information:

- o Mobile registration number - a number that uniquely identifies the mobile;
- o Addresses of RLP and IWF functions;
- 15 o ROLPC state;
- o Addresses of the call legs; and
- o Active set - identification of those base stations currently operating in soft handoff with the mobile.

20 The following describes the architecture of a wireless communications system, according to one embodiment of the present invention:

- o Packet Registration: At packet data registration (e.g., when the mobile user turns on the mobile, or when the mobile enters a new base station coverage area while in the idle state), the IWF function selects a registration number (reg_ID) that is unique within the IWF function. Associated with the reg_ID is the following information about the registration: the IWF function, the FS/RLP
25 server, last RLP sequence number used, and mobile capability (e.g., maximum transmission rate, etc.). At the IWF function, the reg_ID maps to an FS/RLP instance. An "instance" of a software functionality is a specific copy of the software, which executes on a computer and is configured to

provide service. At the FSD function instance, the reg_ID is mapped to the current active set, the current primary leg, base station addresses, the RLP function, and the ROLPC instance. At the base stations, reg_ID maps to the address of the FSD function instance.

- o RLP function at FSD Function Server: When the FSD function is initially set up with a new reg_ID, it sets up an instance of the RLP function to serve the call. The RLP function provides the equivalent of frame selection functionality for data segments.

- o Frame Selection for Signaling Handled at Primary Cell: Signaling messages (e.g., pilot strength measurement messages (PSMMs), supplemental channel requests messages (SCRM)), except for RLP negative acknowledgments (NAKs), received on the reverse link on all legs by the FSD function are echoed to the primary cell, as is done in the prior art. RLP NAKs are handled by the RLP function at the FSD function.

- o Active State (with DCCH): To minimize reactivation delay, the mobile can come out of the suspended state and transmit on a dedicated control channel (DCCH) with minimal setup and delay, and remain on the DCCH for a period of time even if there is no data traffic.

Radio Link Protocol

The radio link protocol (RLP) function for the CDMA packet data service of the present invention satisfies the following conditions:

- o RLP framing, sequence numbering, and recovery do not depend on the physical layer frame sizes and data rates on the air interface.
- o The RLP function requires no initialization when a mobile is reactivated from the suspended state. The reg_ID is remembered during the suspended state and the RLP function is not aware of whether the mobile is active or suspended. When the RLP function gets forward-link data for the mobile, it sends the data to the primary leg. In addition the RLP function is always ready to receive packets from any of the active legs.

- o These conditions are achieved by dividing the RLP function in the forward direction into two pieces. The retransmission function is handled at the FS/RLP function. The physical layer framing, CRC, channel encoding, multiplexing of multiple streams, and possibly encryption functions, as well as scheduling and determination of transmission rate, are handled at the base station RLP function.

The RLP data unit size (RLP_unit_size) is chosen to be a small integer number L of octets (i.e., 8-bit bytes). $L = 1$ is desirable since a larger data unit size can result in less efficient packing on the air interface, but $L = 4$ or 8 octets may be chosen to minimize sequence number overhead. Each RLP data unit is assigned a 20-bit sequence number. The full sequence number is used on the back haul link and when transmitting on the air interface at the higher data rates. At low data rates on the air interface, since the sequence numbers advance slowly, the lower order 16 bits of the sequence number are used. When there is ambiguity, retransmissions are used to carry the full sequence number.

An RLP segment comprises a number of RLP data units with consecutive sequence numbers. The RLP segment is identified by the sequence number of the first data unit and the length (in number of in-sequence data units).

RLP control frames identify ranges of sequence numbers that are being NAK-ed (or acknowledged (ACK-ed) if the RLP function is defined by standards also provides positive acknowledgments). Retransmitted RLP data segments are generated by the RLP function in response to NAKs. The RLP function has a mechanism to catch loss of trailing new data. A poll is used to inform the BS/RLP function of the final sequence number sent, for which the BS/RLP function may provide a positive ACK to the FS/RLP function.

New data segments and data segments to be retransmitted are forwarded by the FS/RLP function to the primary leg on the back haul link. In the reverse-link, data segments are received at the FS/RLP function from multiple legs in the active set.

MAC: Resegmentation and Physical Layer Framing

The MAC function (i.e., BS/RLP) implemented at the base station maintains separate queues for retransmitted data (SAP 1) and new data (SAP 0) and gives priority to retransmitted segments. The base station may be able to check if it has duplicate retransmitted segments queued up for transmission in SAP 1. In that case, the base station would discard the later copy.

RLP data segments are transmitted over the air interface either on the SCH or on the DCCH, where the DCCH may be used to send signaling or small amounts of user data to the mobile. It is assumed that RLP data segments are not sent simultaneously on the SCH and the DCCH. RLP control frames (i.e., NAKs) and MAC and physical layer messages (e.g. pilot strength measurement messages (PSMMs), extended handoff direction message (EHDMS),

supplemental channel assignment message (SCAMs) from base station, supplemental channel request message (SCRMs) from mobile) are handled on the DCCH and are never multiplexed on a physical layer frame with user data. Messages sent on the DCCH may be transmitted at the same time that RLP data segments are transmitted on the SCH.

- 5 For operation across multiple air interface rates, the physical layer framing structure allows multiplexing of new data (which is always in sequence) and multiple retransmitted RLP segments. For new data, the sequence number identifying the first RLP data unit is used since the rest of the data is in sequence. For retransmissions, an air interface frame format identifies a sequence number and an 8-bit length indicator for each retransmitted segment. Multiple retransmitted
10 segments and up to one new data segment are accommodated in the air interface frame using this format.

Encryption should be done in such a way that RLP sequencing is transparent to the cell. Possibilities include encryption at the cell or encryption above the RLP function. Encryption and compression above the RLP function can be done at the IWF function.

- 15 A 16-bit CRC is computed over the entire physical layer frame.

Back Haul Link Protocol

- The back haul link (BHL) protocol provides framing of RLP segments between the FS/RLP function and the base station. RLP sequence numbers are used to identify the segments and only one in-sequence segment is included in one BHL frame. Depending on the maximum
20 segment size on the BHL, the air interface physical layer frame may be segmented into multiple BHL frames.

- The RLP segment sequence number, message length, and address are the only header fields required in the forward-link direction. Additional header fields are defined for the ROLPC function for use only in the reverse-link direction, including GPS time when used as a secondary sequence
25 number, an erasure field, and a frame rate field.

The BHL protocol provides per-mobile flow control and recovery in the forward direction. A range of flow control options is possible: from a simple receiver ready/receiver not ready (RR/RNR) mechanism to a full-fledged leaky-bucket flow control. Tight flow controls are required if the system is to provide any quality-of-service (QoS) guarantees, but since the RLP function can

provide no back pressure, the flow control at the base station is useful only to avoid congestion on the back haul link.

Since retransmitted segments have higher priority, retransmissions are provided with a separate flow control window.

5 BHL recovery with a sequence number roll-back (Go Back N) mechanism is defined. This provides recovery from buffer overflows as well as a mechanism to switch to a new primary leg. If the RLP function resynchronizes, it informs the base station to clear the buffers. New data in the new data buffer at the base station can be salvaged by using the roll-back to a common sequence number.

10 To minimize delays for reactivation and primary leg transfer, a separate address is provided for signaling on the BHL. In addition, the BHL at the FSD function provides a base station relay function for:

- o Echoing of air interface reverse-link signaling messages from secondary legs to the primary.
- 15 o Routing of inter-base station messages for reverse-link burst admission control.
- o Routing of inter-base station messages for active set management.
- o Routing of primary transfer messages.

Depending on the implementation, the back haul facilities of the present invention may correspond to air links between the FSD function and the base stations, rather than physical cables, such as T1 lines.

20

Reverse Outer Loop Power Control

Timing requirements on the back haul are simplified by implementing a reverse outer loop power control (ROLPC) algorithm at the FSD function. The ROLPC function relies on frame rate and frame error indications from all base stations in the active set. The frame rate is determined from the good frames received from any leg (correlated through the use of GPS time as the secondary sequence number). The primary cell is always aware of when a reverse link burst is

25

active. An errored air interface frame (i.e., an erasure) is declared if an erasure is reported to the FSD function by the primary cell and there is no good frame for that GPS time from any other leg.

An outer loop power control scheme for bursty packet data could work well for a data flow in a transaction that lasts several seconds. In the present approach, the ROLPC function is operated such that the set point is remembered during the active state for the duration of a flow. The set point expires if no reverse-link data is received for a timeout period whose value is set, for example, to several seconds.

Normal Data Flow Operations on the Back Haul

Cell Reverse Link: If the air interface frame is received correctly, the base station formats one or more BHL frames and sends them to the FSD function. The header includes frame rate, the RLP segment sequence number, and the GPS time as the secondary sequence number. If the air interface frame is segmented into multiple BHL segments, the same GPS secondary sequence number is used for each segment. A "more" bit may be used in the BHL header to indicate the existence of an additional segment. If the air interface frame is received in error at the primary cell, a BHL frame is transmitted to the FSD function with the header indicating erasure and including the GPS time as the secondary sequence number.

FSD Function Reverse Link: All non-errored received segments are passed to the RLP function. The RLP function discards any duplicate octets received. Frame rate, erasure, and the secondary sequence number (GPS time) are passed to the ROLPC function.

FSD Function Forward Link: The FSD function forwards RLP segments only to the primary base station, subject to flow control. If the current primary leg base station requests recovery with a roll-back sequence number, data beginning with the roll-back sequence number is forwarded again.

Cell Forward Link: RLP segments corresponding to new data and retransmitted data that are received from the FSD function are transferred to the new data and retransmitted data buffers, respectively. The RLP sequence numbers associated with the received segments are remembered. For transmission on the air interface, one or multiple segments along with segment sequence numbers are included in the physical layer frame.

Operational Scenarios - Reactivation, Soft Handoff, and Primary Transfer

Figs. 5A-B show representations of forward-link data transfer scenarios for mobiles in active and suspended states, respectively, where time flows from top to bottom in the figures. In the active state of Fig. 5A, data is forwarded by the FS/RLP function only to the primary base station and data transfer can begin on the DCCH with no delay. Following the assignment of a supplemental channel and the sending of a quick (i.e., less than 20 msec taken to transmit the message over the air interface) supplemental channel assignment message (SCAM) to inform the mobile of the SCH assignment, the primary base station can begin transfer of user data on the supplemental channel. In the suspended (tracking) state of Fig. 5B, the FSD function is assumed to know the primary leg to which it forwards new data. The primary base station assigns a DCCH or a SCH as appropriate and sends the channel assignment to the mobile (using a corresponding CAM or SCAM message), before beginning to transmit data on that assigned channel. Reactivation delay on the network is the time taken at the primary base station to make a channel assignment and send out the message followed by data on the dedicated channel. The reactivation delay can be less than 30 ms.

When the reverse link is in soft handoff, the processing continues with the scenario shown at the bottom of Fig. 5B. In particular, the mobile transmits a pilot strength measurement message (PSMM), which causes the primary to transmit a packet data handoff request (PDHOREQ) message to the new base station being added to the reverse-link active set (i.e., the new secondary base station). In Fig. 5B, the broken arrows signify that, in some implementations, the messages are actually transmitted via the FSD function. In other implementations, base stations may be able to communicate directly with one another without having to go through a centralized FSD function. In response, the new secondary base station transmits a packet data handoff acknowledgment (PDHOACK) message to the primary base station, which then transmits an extended handoff direction message (EHDM) message back to the mobile. To minimize the reactivation delay, data transfer on the forward link can begin before the new secondary leg is added on the reverse link. To achieve a sufficiently high probability of receiving the PSMM at the primary base station, the mobile may need to use a high power and/or repeat the transmission of the PSMM.

Fig. 6 shows a representation of a forward-link primary transfer scenario. Primary transfer begins when the mobile uses a PSMM message to report to the primary leg that another (i.e., a secondary) leg has the strongest pilot signal by some margin. The old primary sends a flow control ON message to the FSD function (to prevent the FS/RLP function from sending new data to the

primary during the primary transfer operation) and sends a primary transfer message (PD_PRIM_XFER) to the new primary. The PD_PRIM_XFER message contains the reg_ID and the reverse-link current active set for the mobile. The new primary then sends messages informing the FS/RLP function of its status as the new primary (FS_NEW_PRIMARY) and instructing the FS/RLP function to turn flow control OFF (so any new data is now sent to the new primary by the FS/RLP function). In addition, the old primary sends a CAM message to the mobile to instruct the mobile to transfer its operations into the suspended (tracking) state, listening on the forward common control channel (F-CCCH) for transmissions from the new primary. The mobile will then remain in the suspended (tracking) state, until new data is forwarded by the FS/RLP function to the new primary, at which time the new primary will assign an appropriate channel, inform the mobile of the channel assignment via a quick CAM/SCAM message, and begin data transfer on that assigned channel.

If a forward burst is in progress when the old primary receives the PSMM message from the mobile, the old primary may continue the burst until it ends or terminate the burst and have it restart at the new primary. This is accomplished as follows. The old primary includes the RLP segment sequence number at the head of the new data queue (i.e., the roll-back sequence number) in the PD_PRIM_XFER message sent to the FS/RLP function. Data left in the retransmission queue, as well as any data in the new data queue, at the old primary leg is assumed to be discarded. The retransmission queue should be small since retransmissions have priority. The old primary informs the mobile that the current burst is terminated and instructs the mobile to transfer to the suspended (tracking) state, listening to the forward common control channel (F-CCCH) for the new primary. The new primary sends a new primary message (FS_NEW_PRIMARY) to the FSD function, indicating its address and the roll-back sequence number, and turning flow control OFF. The FSD function sends all new data starting from the roll-back sequence number to the new primary leg. The new primary, when it discovers the backlog, performs a quick CAM or quick SCAM to re-start the burst to the mobile.

Primary transfer involves handling a small number of messages at the base station and on the back haul. The delays should be less than 20 ms. In addition, new data is forwarded to the new primary. The first kilobyte of data can arrive in less than 10 ms. The primary transfer delay after the receipt of the PSMM can be achieved in the range of 30-50 ms.

Fig. 7 shows a representation of reverse-link scenarios. A mobile in the suspended (tracking) state makes an access on the random access channel (RACH) at the primary. The

primary makes an immediate channel assignment (CAM) so that data can start flowing on the DCCH and the mobile can move into the active state. Notice that data transfer after reactivation can occur prior to soft handoff set-up. The reactivation delay following receipt of the message on the RACH is less than 30 ms, including frame timing delays on the air interface.

5 If, based on the initial random access request, or later in the active state, the mobile is required to have additional legs in soft handoff on the reverse link, an inter-base station handoff request/grant scenario occurs. For adding a leg, the primary sends a PDHOREQ proprietary message to the new secondary, including: the reg_ID, the FSD function address, the ROLPC set point, mobile pseudo-noise (PN) code, and, if a burst is in progress, the burst end time and burst rate. The new secondary base station can then join by simply sending the received reverse-link frame onto the BHL. The secondary base station acknowledges the handoff request by setting up a reverse-link inner loop power control stream for the mobile and provides the information in the PDHOACK message to the primary, which then provides this information to the mobile in the extended handoff direction message (EHDM). In the PDHOACK message, the secondary base station may require the termination of a burst in progress. Initialization on the BHL between the secondary base station and the FSD function is only needed to obtain future updates to the ROLPC set point; hence, there is no critical timing requirement. When a leg drops from the call (when instructed by the primary), it simply stops sending reverse frames to the FSD function. A simple FSD function disconnect procedure is used, which is not time-critical.

20 Finally, in Fig. 7, a burst acceptance scenario is shown. The request/grant scenario on the back haul is handled by the active set base stations. The burst request/grant procedure involves processing of four messages at the base stations and transport of three messages on the back haul. The total burst grant delay after the receipt of the SCRM to the transmission of the SCAM can be made less than 50 ms.

25 Power Control

Prior-art IS-95 standards assume that the active sets (i.e., those base stations currently communicating with a particular mobile unit) for both forward and reverse links are the same. That is, traffic and control channels are set up symmetrically. This implies that a dedicated traffic channel on the reverse link will have an associated dedicated power control channel in the forward link to control the mobile unit's transmit power level.

In the prior-art cdma2000 standard, the reverse-link transmit power is controlled by the forward-link power control sub-channel if it is present. During the active state, the power control sub-channel is multiplexed (i.e., punctured) either on the forward dedicated control channel (F-DCCH) or on the forward fundamental channel (F-FCH). This requires a symmetric active set
5 to be maintained by the forward link and the reverse link, as shown in Fig. 3. In other words, if the reverse link is in soft handoff, then the forward link has to be in the soft handoff even if it is not otherwise needed.

The presence of high-speed data users presents unique challenges in system design due to the asymmetric nature of traffic. For efficient operation of packet mode services, it is desirable to
10 have asymmetric support for the forward and reverse active sets. The prior-art IS-95 standards do not provide power control support for this mode of operation.

The present approach addresses the issue of power control feedback when the forward and reverse links have different active sets. For example, the forward link may be in one-way connection (i.e., simplex mode), or may not be connected at all, while the reverse link may be in
15 two-way connection (soft handoff).

In order to serve non-symmetric active set operation, the present approach involves a decoupling of the power control sub-channel from both the F-DCCH and the F-FCH and instead using the common power control channel (PCCH) to control the reverse-link power when the mobile is in the active state. As defined in the prior-art cdma2000 standard, the forward-link
20 common power control channel (F-PCCH) is a set of power control sub-channels time multiplexed on a single physical channel. Under the cdma2000 standard, each power control sub-channel on the F-PCCH controls the reverse-link enhanced access channel (R-EACH) power or the reverse-link common control channel (R-CCCH) power for a different mobile serviced by the base station transmitting the F-PCCH. An R-EACH is used by a mobile in either the dormant or suspended
25 state to request assignment of a dedicated traffic channel. Dormant and suspended states are similar in that the mobile has no dedicated air interface channels assigned. In the suspended state, some information about the mobile user data session is maintained in the base station, whereas, in the dormant state, none is. An R-CCCH may be used by a mobile in the dormant state to send a relatively short burst of data, without having to request and be assigned a dedicated traffic channel.

30

The prior-art cdma2000 standard does not allow the F-PCCH to control the reverse-link dedicated control channel (R-DCCH) power or the reverse-link traffic channel (R-FCH or R-SCH) power. The present approach removes this restriction so that the F-PCCH can control the reverse-link transmit power while a mobile is in the active state. This approach provides power control at the mobile unit when the forward link and the reverse link have different active sets.

Fig. 8 shows a representation of an example where the forward link is in simplex (one-way connection) and the reverse link is in two-way soft handoff. On the forward link, base station A has an F-FCH or an F-DCCH active. On the reverse link, the mobile unit is in soft handoff with base stations A and B. The mobile's transmit power is controlled by both base stations via the common power control channels F-PCCHa and F-PCCHb, respectively. There is no power control sub-channel punctured on the F-FCH or on the F-DCCH transmitted by base station A. Alternatively, the power control sub-channel from base station A could be punctured on the F-FCH or F-DCCH, while base station B transmits its power control sub-channel via F-PCCHb. To extend the example of Fig. 8 further, base station A can have a supplemental channel (F-SCH) active on the forward link in addition to either the F-DCCH or F-FCH. In any case, under this approach, there is no need to establish F-DCCH or F-FCH from both base stations in order to provide power control.

Fig. 9 shows a representation of an example where the forward link is not active at all and the reverse link is in two-way soft handoff. On the forward link, there is no F-FCH or F-DCCH or F-SCH active. On the reverse link, the mobile unit is in soft handoff with both base stations A and B using an R-DCCH, R-FCH, and/or R-SCH. The mobile's transmit power is controlled by both base stations via F-PCCHa and F-PCCHb, respectively.

At its most basic, the techniques described herein eliminate nearly all delay on the back haul interface between a base station and a FSD/RLP function when reactivating a packet data user from a state where the user has been inactive for some time, and a high-speed air interface channel needs to be re-established for use by the user. Prior art uses circuit-oriented techniques and procedures on the back haul interface, in which there are many interactions between the base station and the FSD/RLP function when activating or reactivating users.

In CDMA systems according to the present invention, the network-based RLP function is divided into two parts: one that may execute at a central place in the network and one that executes in the base station. (Alternatively, both parts may execute in the base station.) The centrally

located part (i.e., the part that may execute remotely from the base station) performs the functions of retransmission control. The part located in the base station performs the function of sending the user messages over the air. These functions include those of physical layer framing and re-segmentation, error detection and correction of air interface messages, channel encoding, 5 multiplexing of multiple streams, encryption, determination of over-the-air transmission rates, and scheduling of over-the-air transmission. This separation enables the user messages to be forwarded immediately to the base station with the best opportunity to provide good communications with the mobile unit. No time synchronous coordination is required between the base station and the (possibly) remote part of RLP function, and no air interface limits are imposed on the amount of 10 data that can be sent to the base station for a given call at a given point in time.

The centrally located part of the network-based RLP function sends user data from the network to one and only one call leg, namely the one with the best signal to the mobile user. That call leg determines how and when to transfer the user messages to the mobile unit over the air interface.

15 The determination of which base station has the best signal to the mobile user is performed by the base station, and the knowledge of this "primary" base station is passed to the centrally located part of the network-based RLP function. This concept may be referred to as "primary transfer for high-speed packet data services."

Two queues are kept in the primary base station to handle user messages that need to be 20 sent over the air to the mobile user. One queue, called the "new data" queue, keeps new user messages, namely, messages that have not already been sent to the user. The other queue, called the "retransmission" queue, keeps user messages that have already been transmitted to the mobile unit, but which have not been received, or which have been received in error by the mobile unit. Priority for over-the-air transmission is given to the user messages on the retransmission queue.

25 An over-the-air transmission can contain multiple user message segments from the retransmit queue, plus one message segment from the new data queue. This capability makes optimal use of the air interface capacity. The messages from the retransmission queue are packed first into the air interface frame, and have an RLP sequence number, plus a length (in units of bytes allocated to a unit of increment of the RLP sequence number). The user message segment from the 30 new data queue contains an RLP sequence number, and continues to the end of the air interface frame.

When a primary transfer occurs, the current primary leg uses flow control on the back haul to prevent the remote part of RLP function from sending data to a call leg that is in the process of changing its status from being primary to being a secondary call leg. The current primary passes to the new primary the RLP sequence number representing all new user data still remaining in the new data queue. When the primary transfer operation is completed, the new primary call leg informs the remote part of RLP function of its address and removes the back haul flow control. In this process, the new primary also informs the remote RLP function of the sequence number with which to begin sending new user messages. Hence, the remote RLP function in effect sends to the new primary the user data that had not yet been transmitted by the old primary. This capability avoids having the old primary leg send its unsent data to the new primary, thereby saving transport time and utilization. (Such cell-to-cell transport would be required if both parts of the network-based RLP function executed in the base station. Either the primary transfer capability would not be part of the implementation, and the solution would require, in general, that cell-to-cell user data transport occur, or the primary transfer capability would be designed into the implementation, but additional interactions between cells and a frame selection/distribution function would be required to make the system work.)

Both signaling and user message transmission over the air interface in the forward direction (to the mobile unit) are performed in simplex mode, from a single call leg. Alternatively, signaling and user message transfer in the reverse direction (to the base station and FSD function) occur in general using multiple call legs in soft handoff. The power control subchannel punctured into a forward-link channel to control the mobile reverse-link transmission power needs to be decoupled from the dedicated forward-link air interface channels, as described above.

The FSD function, together with the remote part of the network-based RLP function form a server application that is assigned to the high-speed packet data call when the call is first established. This server instance is not changed, regardless of whether the mobile user remains inactive for long periods of time, or whether primary transfer occurs. This server is always ready to accept data from the network to distribute to the primary leg for transmission to the mobile user, and is always ready to receive user messages from any of the soft handoff legs that are part of the call. After a first initialization, no time is required to initialize with the mobile unit, even when the user is reactivated after a long idle time duration.

Reverse-link user messages from the mobile unit can arrive at the FSD/RLP server (or function) from multiple legs at times that differ widely from one another. Any user message

correctly received at any leg is accepted by the FSD function, because the RLP function discards duplicate messages.

5 The reverse-link user messages sent from the call legs have both an RLP sequence number and a portion of the value of the GPS time embedded within them. The RLP sequence number is used by the RLP function to detect missing or duplicate messages. The GPS time is used by the FSD function to associate one or more back haul information packets with the time of transmission of the information over the air interface. The maximum size of the back haul packet transmissions is in general different from the number of user information elements (i.e., bytes) that can fit in a 20-msec air interface frame. Hence, one air interface frame worth of user data may occupy more than 10 one packet on the back haul facility when it is transferred to the FSD/RLP function. The air interface frame rate and quality indicators are used at the FSD function to calculate a set point value, the so-called ROLPC value, which is returned to all call legs, so they can control the power transmitted by the mobile unit.

15 To properly calculate the ROLPC set point value, the calculation has to determine when all legs receive the same air interface frame in error. For circuit mode services, information on the traffic-bearing air interface channel is always present, but in a high-speed packet data service, user message transmissions are bursty. The primary call leg always knows when a supplemental channel is assigned, so it can generate a back haul frame with an erasure indicator (i.e., an air interface frame was expected, but was not received, or was received in error), plus a GPS time stamp. If no other leg delivers over the back haul a correct air interface message with the same 20 GPS time, the ROLPC calculation function at the FSD function uses an erasure for the calculation.

The protocol used on the back haul between the base station and the FSD/RLP function has separate addresses for user message transfer and for inter-base station communications, and for communication of mobile unit signaling. If the FSD function receives a back haul packet having 25 the address used for mobile unit signaling communications, the message is forwarded to the primary base station. (The primary base station is responsible for interpreting and responding to the signaling messages from the mobile unit. These messages are received over the air interface by all legs, but need to be echoed to the primary leg in case the reception at the primary leg of the air interface transmission from the mobile is in error.) If the FSD function receives a back haul packet 30 having the address used for inter-base station communications, it forwards the message to the call leg, or legs, specified in the message body. If the FSD function receives a back haul message having the address of user message transfer, it passes the message to its associated RLP function.

If there is an air interface channel assigned to the mobile unit for signaling (i.e., either an F-FCH, or an F-DCCH), data forwarded to the primary leg from the FSD/RLP function causes a control message to be sent to the mobile unit, containing the code point of the F-SCH that is to carry the user message. Because no coordination is needed with the primary leg before the FSD/RLP function sends the user message, the reactivation time for this forward-link transmission is minimized. When no user message exchanges are going on, the mobile continues to report its pilot strength measurements to the primary, in case another base station becomes the one with the strongest signal at the location of the mobile unit. Primary transfer occurs, if necessary, and the reactivation time to send new data to the mobile user is again minimized.

If the mobile user has data to send in the reverse direction, and the user currently has a signaling air interface channel assigned on the reverse link to the call legs, the user can either immediately begin sending the data using the R-FCH or R-DCCH (whichever is assigned), or it can send a signaling message requesting a higher rate air interface channel to be assigned. The mobile unit can continue to use the signaling channel to transfer user data until the higher speed air interface channel assignment is received by it. These mechanics minimize reactivation delay for reverse-link exchanges when the mobile has an assigned signaling air interface channel.

When the mobile unit is not active on any air interface channel, and the primary leg receives user messages from the FSD/RLP function, the primary leg uses a forward-link common signaling air interface channel to assign a F-SCH to the mobile. Transmissions to the mobile user ensue. Because there is no negotiation interactions between the primary leg and the FSD/RLP function, and no negotiation interactions among the call legs (transmissions in the forward direction are simplex, from the primary leg only), the reactivation time is minimized.

When the mobile unit is not active on any air interface channel, and the mobile user has data to send to the network, it sends a signaling message on a reverse common signaling channel, requesting the assignment of reverse air interface channels for its data transmission. Once these are assigned, the mobile can begin its data transmission, as discussed above. No synchronization is required to be performed with the FSD function, and no initializations are required. Hence, the back haul communications add no delay to the user reactivation time.

Although the present invention has been described in the context of IS-95 CDMA wireless systems, it will be understood that the present invention may be able to be implemented in CDMA wireless systems conforming to standards other than the IS-95 family of standards, e.g., the

European Telecommunications Standard Institute (ETSI) family of standards. Similarly, the present invention may be able to be implemented in wireless systems other than CDMA systems such as FDMA (frequency division multiple access) or TDMA (time division multiple access) systems.

- 5 It will be further understood that various changes in the details, materials, and arrangements of the parts which have been described and illustrated in order to explain the nature of this invention may be made by those skilled in the art without departing from the scope of the invention as expressed in the following claims.

4. Brief Description of Drawings

Written above.

FIG. 1
(PRIOR ART)

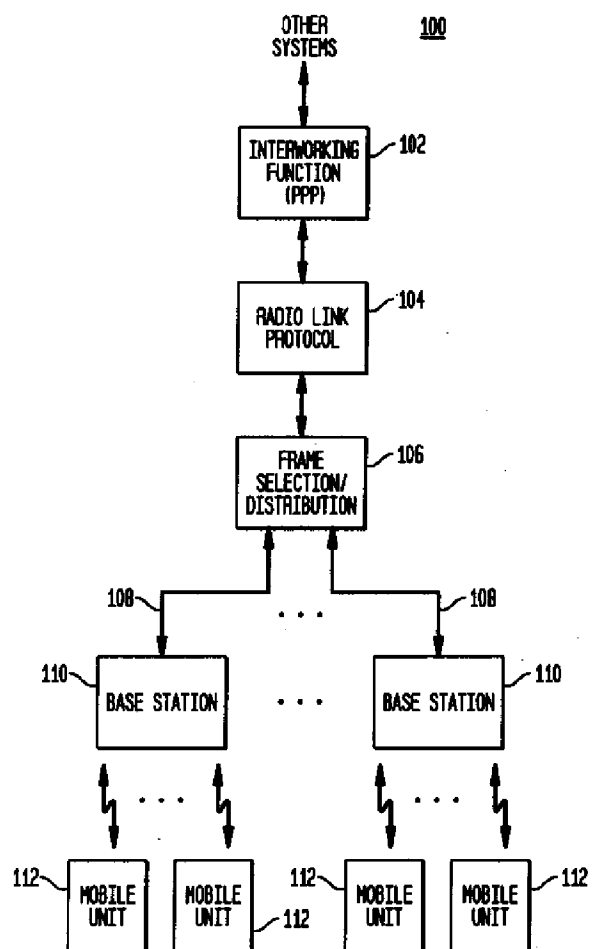


FIG. 2
(PRIOR ART)

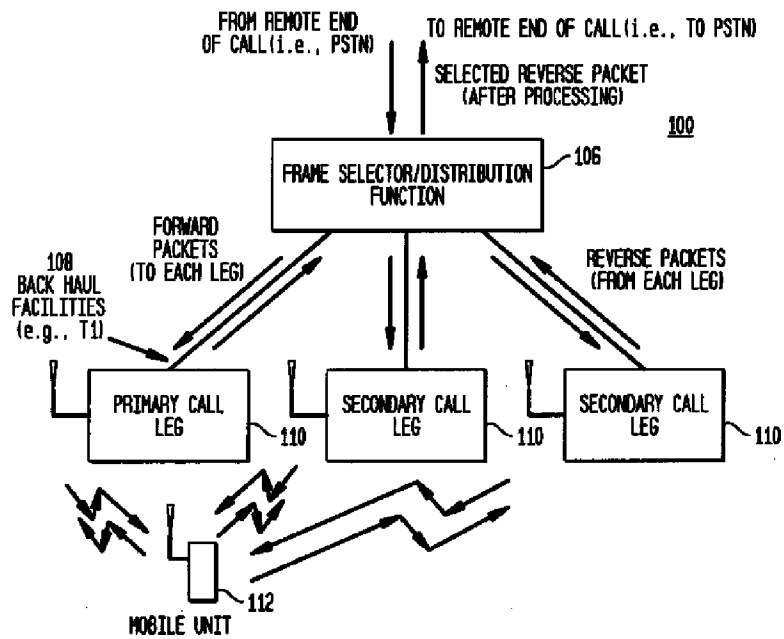


FIG. 3
(PRIOR ART)

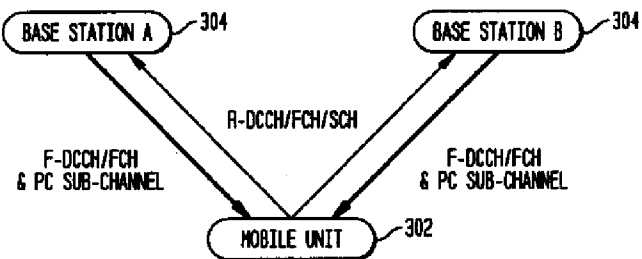


FIG. 4

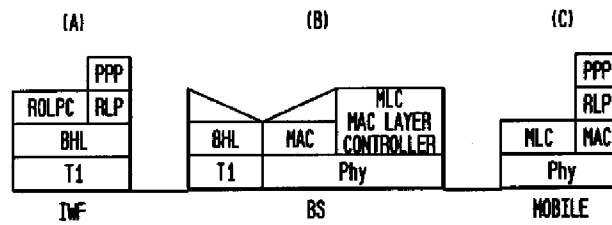


FIG. 5A

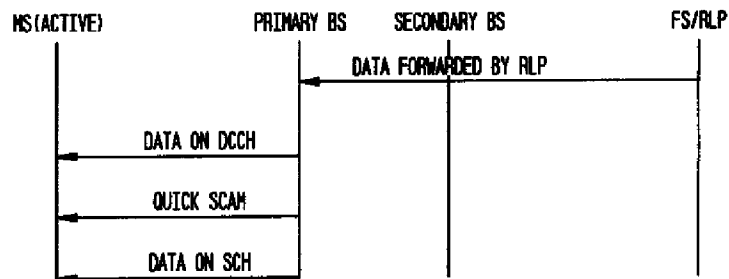


FIG. 5B

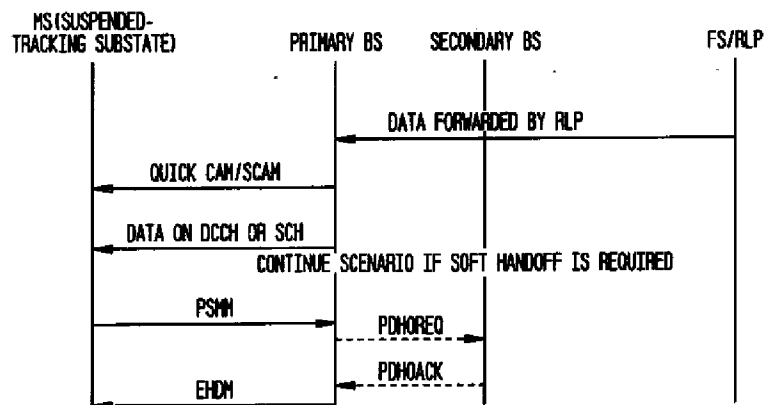


FIG. 6

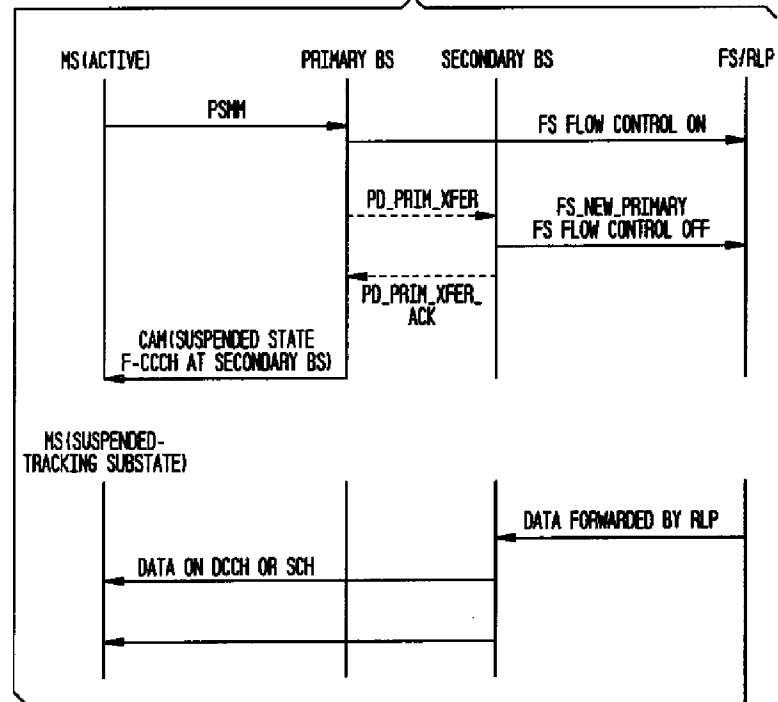


FIG. 7

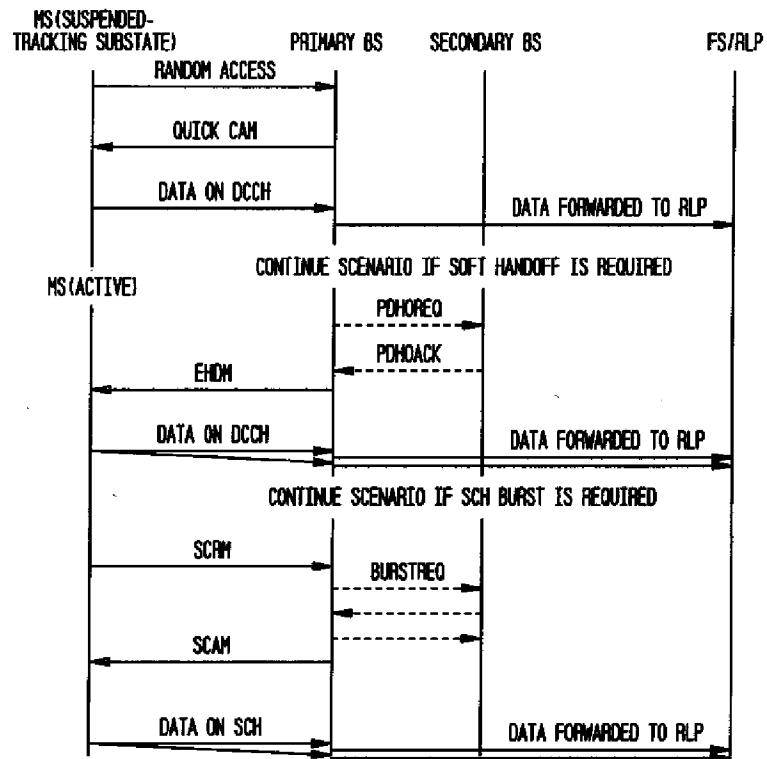


FIG. 8

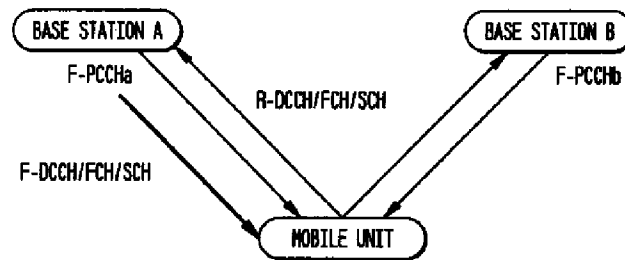
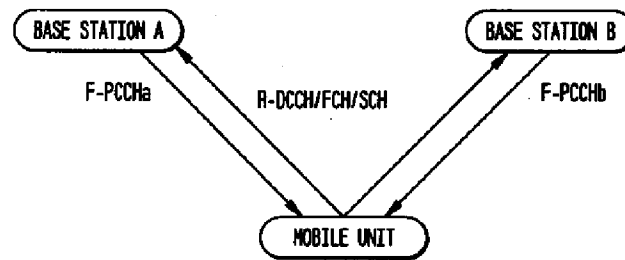


FIG. 9



! Abstract

**LOW BACK HAUL REACTIVATION DELAY FOR HIGH-SPEED PACKET DATA
SERVICES IN CDMA SYSTEMS**

Abstract

A back haul architecture effectively reduces the reactivation times for both forward-link
5 and reverse-link data transmissions over CDMA wireless communications systems, by relying on
packet-mode transmissions over the back haul between a frame selection/distribution (FSD)
function and the appropriate base stations for both forward-link data and reverse-link data. In
particular, for the forward direction, the FSD function transmits forward-link data only to one base
station (i.e., the primary base station), which is solely responsible for controlling the forward-link
10 air interface with the corresponding mobile unit. As such, the forward link always operates in
simplex mode for data transmissions, independent of how many base stations are operating in soft
handoff for the reverse link with the same mobile unit. For the reverse direction, each base station
that receives frames of reverse-link data from the mobile unit, assigns a time tag to the frame,
divides the frame into one or more data packets, assigns a different sequence number to each data
15 packet, and transmits the data packets to the FSD function over the back haul, all without first
synchronizing time with any other base station that is also operating in reverse-link soft hand-off
with that mobile unit. The FSD function (or preferably the radio link protocol (RLP) function) is
then responsible for selecting packets of reverse-link data for subsequent processing (e.g.,
transmission to the network end of the connection). By limiting forward-link data transmissions to
20 simplex mode and using packet-mode transmissions for reverse-link data, the need to first
synchronize timing between the various base stations is eliminated for both forward-link and
reverse-link data transmissions. As a result, reactivation delays are greatly reduced.

2 Representative Drawing

Figure 1